

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

BC. LUCIE VOKOUNOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T013Management jakosti

**OPTIMALIZACE KONTROLNÍHO
SYSTÉMU VÝROBKŮ VE SPOLEČNOSTI
ELMET, SPOL. S R.O.**

**OPTIMALIZATION OF PRODUCTS
CONTROL SYSTEM IN COMPANY
ELMET LTD.**

Bc. Lucie Vokounová

KHT- 160

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Jánský

Rozsah práce:

Počet stran textu	64
Počet obrázků	20
Počet tabulek	11
Počet příloh	4

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne 13.12.2012

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat mým rodičům za podporu při studiu na vysoké škole. Můj dík patří i mým přátelům, za tolik důležitou psychickou podporu.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Jánskému, Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. a panu Ing. Zdeňkovi Novotnému za konzultace a připomínky k obsahu a formě této práce. Nesmím zapomenout na pana Lumíra Kyselu, že mi poskytl veškerý potřebný čas a potřebné informace k uskutečnění této diplomové práce.

ANOTACE

Cílem této diplomové práce je blíže seznámit s teorií managementu kvality, nástroji a metodami, které slouží ke zlepšování a optimalizaci procesů a kontrolního systému. Dalším krokem je analyzovat již nasbíraná data a vyhodnotit je pomocí vhodných nástrojů.

Jako konkrétní případ byla zvolena optimalizace kontrolního systému ve společnosti ELMET, spol. s r.o. Při řešení diplomové práce byly použity například Paretovy analýzy, regulační diagramy, metoda FMEA, vývojový diagram a další. Tyto metody a nástroje byly zvoleny a následně aplikovány v praxi.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Metody a nástroje řízení kvality

Paretova analýza

Regulační diagram

FMEA

Poka Yoke

Vývojový diagram

Kontrolní plán

ANNOTATION

The goal of my diploma work is to get better acquainted with quality management theory, with its tools and methods that help to improve and optimize processes and control system. Further step is to analyze collected data and to evaluate them with the use of suitable tools.

Optimization of the control system in ELMET Ltd. company was chosen as a specific case. Pareto's analyses, control charts, FMEA method, flowchart and others were used to find solutions in my diploma work. These methods and tools were chosen and further applied in process.

KEY WORDS:

Methods and tools of quality management

Pareto analysis

Control charts

FMEA

Poka Yoke

Flowchart

Control plan

OBSAH

1	Úvod	9
2	Popis společnosti ELMET, spol. s r.o. a její současný stav systému kontroly	12
2.1	Popis společnosti.....	12
2.2	Kontrolní technologie – teorie	14
2.2.1	Jakost v uživatelské a servisní fázi	16
2.3	Současný stav systému kontrol ve firmě	18
2.3.1	Prováděné kontroly ve společnosti ELMET spol. s r.o.	18
2.3.2	Organizační schéma OTK.....	20
2.3.3	Kontrola kvality a její optimalizace v naší firmě	22
2.3.4	Cizí produkty - zakázková výroba.....	22
2.3.5	Firemní produkty - vlastní výroba	23
2.3.5.1	Jakost v počátečních fázích vlastního produktu.....	23
2.3.5.2	Jakost ve výrobních fázích vlastního produktu.....	24
2.3.5.3	Komplexní přístup společnosti ELMET, spol. s r.o. k systému řízení jakosti	25
3	Využití nástrojů řízení jakosti ve společnosti ELMET, spol. s r.o.....	29
3.1	Aplikované nástroje pro kontrolu a řízení jakosti - teorie	33
3.1.1	Paretova analýza.....	33
3.1.2	Regulační diagram	34
3.1.2.1	Obecný popis RD	36
3.1.3	Statistická regulace procesu SPC	37
3.1.3.1	Variabilita procesu	38
3.1.3.2	Etapy SPC.....	39
3.1.3.3	Statistická regulace měřením	39
3.1.3.4	Statistická regulace srovnáváním.....	39
3.1.3.4.1	Regulační diagram pro podíl neshodných jednotek v podskupině p-diagram.....	40
3.1.4	Poka-Yoke.....	42
3.2	Praktické využití Paretovy analýzy ve společnosti ELMET, spol. s r.o.	43
3.2.1	Diskuze.....	46
3.3	Praktické využití regulačního diagramu p.....	47
3.3.1	Diskuze.....	49
3.4	Praktické využití Poka-Yoke	49

4	Možnosti zlepšení kontroly ve společnosti ELMET, spol. s r.o.	52
4.1	Aplikované metody a nástroje pro plánování jakosti.....	54
4.1.1	Vývojový diagram	54
4.1.2	Kontrolní plán.....	56
4.1.3	Metoda FMEA.....	58
4.2	Vývojový diagram, kontrolní plán, FMEA a způsobilost procesu – praktická část.....	65
5	Závěr	69

1 Úvod

Jakost nebo-li kvalita je v dnešní době jedním z nejdůležitějších faktorů, které jsou vyžadovány zákazníky ve všech odvětvích. Existuje trvalý tlak na její růst a zároveň však je jedním z hlavních trendů snižování nákladů v celém procesu vývoje, výroby i odbytu většiny výrobků. O jakosti lze říci, že jde o proces opačný a existuje trvalý tlak na její růst. Cena a jakost mají být v symbióze, protože jakost i cena souvisí s ekonomickým zájmem výrobce na délce života produktu a tím i přirozené obnově produktů po období, které výrobce určí jako životnost. Jakost má být právě taková, aby se oběma stranám, tj. výrobcí i uživateli, vyplatila, tzn. užitná hodnota předmětu je taková, kdy je uživatel spokojený a výrobce dostane zaplacenou odpovídající částku.

Je nutno si však uvědomit, že v mnoha odvětvích jakost přímo ovlivňuje nebo souvisí s jinými důležitými kritérii, jako je např. bezpečnost produktů. Z tohoto hlediska je největší důraz na jakost kladen např. v oblasti automobilového, leteckého, zdravotnického a potravinářského průmyslu.

Důležitým aspektem v každé výrobní i nevýrobní společnosti je specifický kontrolní systém, který by měl zabezpečit, že nekvalitní výrobek/služba neopustí bránu společnosti. Rozsah a velikost kontrolních systémů jsou podřízeny strategickým cílům firmy a dále požadavkům zákazníka. Strategii ovlivňuje vždy ekonomická náročnost kontroly kvality, případně výrobní kategorie – komerční výrobky, průmyslové produkty, zdravotní technika, produkty se zvýšenými nároky na spolehlivost, životnost apod.

Společnost ELMET, spol. s r.o. je firma zabývající se několika odvětvími výroby, a to elektrovýrobou, kovovýrobou v oblasti, která se opět prolíná do mnoha již dříve naznačených oborů, výrobou zdravotní techniky a vzduchotechniky. Jelikož v těchto odvětvích je velká konkurence a je třeba si udržet dobrou pozici na trhu, zaměřuje se firma ELMET, spol. s r.o. na výrobu kvalitních výrobků, které uspokojí potřeby a požadavky zákazníků. Strategii firmy není výroba nejlevnější výrobků, ale hlavně výroba kvalitních produktů. Skloubení požadavků ekonomičnosti výroby s nároky na zvyšování její kvality je jedním z předností naší firmy. Tento fakt naši odběratele oceňují svojí důvěrou a oslovují naši firmu s požadavky na stále sofistikovanější řešení v rozsahu našich technologicko-výrobních možností. Stoupající nároky a zájem zákazníků tlačí naši firmu do rozvoje a využití nových technologií,

postupů a systémových řešení ve vývoji a výrobě a to většinou s přímým dopadem na růst kvality produktů. Důležité je pak kritérium opakovatelnosti procesů ve vysoké kvalitě.

V posledních letech společnost ELMET, spol. s r.o. spolupracuje se zákazníky, jejichž renomé na tuzemském i světových trzích je právě přímo spojováno s kvalitou jejich finálních výrobků a proto tyto firmy upřednostňují rostoucí kvalitu před překotným snižováním nákladů na výrobu. V návaznosti na stále se zvyšující požadavky zákazníků je nutnost zavádět takové kontrolní a řídicí systémy, které zabezpečí kvalitní výrobu s přijatelnými náklady na neshodné produkty a neshodné procesy při vzniku produktu s využitím nových, dosud nevyužívaných metod.

V portfoliu firmy existují dvě základní kategorie produktů:

- a) produkty vlastní,
- b) zakázkové – převzaté sestavy a podsestavy.

U první skupiny je velmi důležité myslet na kontrolní postupy a systém řízení jakosti již ve stádiu vývoje výrobků. U druhé skupiny výrobků je nutné řešit kontrolní postupy ex post, protože se většinou o převzatá konstrukční řešení, jejichž revokace (zpětná náprava) je značně obtížná (může však fungovat zpětná vazba s poučením pro nová konstrukční řešení). U vlastních výrobků se například již při projektování pracuje s metodou QFD, jsou hledána kritická místa, kritické technologie a hlavně je navrhováno řešení s minimalizací jejich dopadu. Často, ne však vždy, je mnohem levnější kvalitu zkonstruovat, než ji řešit, sledovat a řídit v procesech výrobních a podpůrných. Neustále však je nutné sledovat ekonomické kritérium. Je nutno si klást otázky, co je levnější při zachování užitných vlastností produktu, zda vkládat do konstrukce výrobku drahá nebo komplikovaná řešení nebo věnovat maximální péči kritickým uzlům a procesům?

Kontrola může být vcelku jednoduchou činností, existují-li stabilní procesy, kvalitní lidské zdroje, moderní technologie a postupy. Žádná z cest není jednoznačná, všechny mají svá zdůvodnění. Výsledkem však má být rozumný kompromis mezi technickým, procesním, technologickým a ekonomickým řešením. Z tohoto důvodu je vždy u vlastních produktů nejdůležitější prvotní rozbor – analýza a potom i optimalizace následných kontrolních procesů.

Druhá skupina produktů, které byly zkonstruovány mimo firmu, je po této stránce minimálně ovlivnitelná a zde lze opravdu pouze optimalizovat kontrolní, výrobní a metodické postupy s cílem produkovat v souladu se smluvními podmínkami zákazníka. Je samozřejmě také možné dávat zákazníkům doporučení, jaké provést změny, aby technologický proces (např. hromadné pájení) proběhl optimálně.

Firma se často dostává do komplikované situace, kdy se domnívá, že některý typ cizího výrobku nebyl z hlediska technologičnosti výroby a použitých kontrolních mechanismů zkonstruován zcela optimálně. Z tohoto titulu vzniklé obtíže při jeho výrobě se následně promítají do nákladové položky výrobku, zpravidla ve formě vnitřních vícenákladů. Často je ale ekonomická stránka zakázky pro firmu natolik zajímavá, nehledě na snahu o udržení zákazníka, že je spíše zapotřebí v rámci svých vícenákladů přidat vlastní invenci a specifikovat dodatečné kontrolní mechanismy, aby byl požadovaný výsledek zaručen. Firma si u každé dílčí větší zajímavé zakázky musí klienta hýčkat, aby následovaly další zakázky. Zde však nemusí vždy jít jen o kvalitu, ale i o diplomacii, strategii, osobní kontakty a řadu dalších ne zcela racionálních vlivů.

Cílem této diplomové práce je optimalizovat kontrolní systém ve společnosti ELMET, spol. s r.o., provést analýzu sbíraných dat pomocí nástrojů řízení kvality např. Paretovy analýzy a regulačních diagramů. K optimalizaci kontrolního systému firmy může vést mnoho cest, při nich je možné využívat téměř nepřeberné množství metod, z nichž některé lze považovat téměř za módní, jiné jsou naopak velkým přínosem hlavně jako zdroj dat pro analytický přístup k optimalizaci.

Procesy ve firmě se chovají jako živý organismus, mění se spolu s výrobami, a tím se mění i optimalizační cíle. Je velmi obtížné dosáhnout optimálních kontrolních podmínek, ale je možné se k nim s menšími či většími náklady přiblížit. Prvotním úkolem je navrhnout možnosti zlepšení kontroly pomocí nástrojů zlepšování kvality.

Zlepšení kontrolních systémů má dopomoci ke zkvalitnění výroby a zamezit následným nákladům spojeným s odstraňováním neshod a případným nákladům reklamačního řízení.

Hlavním úkolem bylo, že se do konkrétních procesů zavedly „nové“ metody a nástroje, které ve výrobní praxi firmy nebyly doposud aplikovány, a od nichž lze dlouhodobě očekávat přínos ke zlepšování jakosti např. metoda FMEA (analýza možností vzniku vad a jejich příčin) ad.

2 Popis společnosti ELMET, spol. s r.o. a její současný stav systému kontroly

2.1 Popis společnosti

Společnost ELMET, spol. s r.o. Přelouč byla založena v roce 1991. Svým zaměřením navazuje na dlouholetou tradici v oblasti elektrotechnického průmyslu reprezentovanou dnes již neexistujícím podnikem TESLA Přelouč.

Jak již bylo uvedeno v úvodní části, firma se zabývá čtyřmi stěžejními oblastmi, kterými jsou elektrovýroba, kovovýroba, výrobou zdravotní techniky a vzduchotechnikou. Vývojově a výrobně je firma zaměřena na speciální kusové zakázky, případně malosériovou a středně sériovou výrobu dle požadavku zákazníka.

V oblasti kovovýroby se firma vedle výroby mechanických dílů pro vlastní produkci zaměřuje i na výrobu kusových a malosériových subdodávek, především přesnou mechaniku a zpracování plechů na CNC tvářecích strojích - laserové řezání, vysekávání, lisování, ohýbání.

V oblasti elektrovýroby má firma svůj vlastní výrobní program, kterým je v současné době především výroba zesilovačů pro mobilní použití, včetně výroby příslušenství pro kompletní ozvučení autobusů. Do této oblasti působnosti firmy je možno zařadit také výrobu zdravotní techniky a novým oborem jsou zařízení pro ventilaci, vytápění a klimatizaci místností, který má název ELAIR. V oblasti elektrovýroby se firma zabývá též zakázkovým osazováním desek plošných spojů (DPS).

Společnost ELMET, spol. s r.o. Přelouč je držitelem certifikátu systému řízení jakosti dle normy ČSN EN ISO 9001:2009 a držitelem certifikátu dle ČSN EN ISO 13485:2003 pro výrobky zdravotnické techniky spadající do systému řízení jakosti elektrovýroby.

Plnění požadavků těchto norem je dnes pro firmu značnou ekonomickou, ale i kapacitní zátěží, a protože dochází k průběžnému inovování norem, musíme se často ptát, proč tomu tak je. Řada norem a podobně i zákonů vzniká mnohdy jen proto, že

mezi lidskými zdroji existuje různý pohled na práci, na zodpovědnost vůči firmě, míra uvědomění si, že se mi špatná práce může vrátit od jiného výrobce nebo zákazníka. Zde se pak dostáváme k tomu, zda složitost norem a předpisů nemá nahradit kvalitu, profesionalitu a přístup pracovníků k výrobním procesům. Toto je však spíše filosofický problém a nám nezbyvá nic jiného, než přepisy, normy a zákony dodržovat. Nemusí to ale být vždy přínosné pro kvalitu a nabízí to mnohdy komplikovanější přístupy k řešení problémů. Protože však ISO platí, je nutné ho naplňovat.

V interní příručce jakosti společnosti ELMET, spol. s r.o. dle normy ČSN EN ISO 9001 je kapitola 8. Měření, analýza a zlepšování, která se této diplomové práce týká a díky zlepšování v oblasti jakosti může být optimalizován kontrolní systém. [14]

Certifikovaný systém řízení jakosti dle ČSN EN ISO 9001, zavedený ve firmě ELMET, spol. s r.o. podléhá kontrolám jak interními audity, tak audity externích společností, které jsou prováděny hlavně Elektrotechnickým zkušebním ústavem, s.p. a Strojírenským zkušebním ústavem. Někteří z odběratelů si provádí vlastní audity, popřípadě je firma auditována společnostmi jako např. TÜV NORD CERT GmbH., které jsou nominovány významnými zákazníky, kdy audit je prováděn metodou outsourcingu.

Systém řízení jakosti může být částečný nebo úplný podle stupně certifikace v souladu s příslušnými nařízeními vlády a jejich přílohami. Každá úroveň systému řízení jakosti přenáší na výrobce různý stupeň zodpovědnosti a pravomocí. Plný systém řízení jakosti dává firmě velké pravomoci, ale i zodpovědnost. Firma si o produktech a procesech rozhoduje ve vlastní režii a absolvuje pouze pravidelné certifikační, recertifikační a dozorové audity. V případě neúplného systému řízení jakosti musí firma svou produkci v různé míře předkládat dozorovým orgánům ke kontrole. V naší firmě je zaveden úplný systém řízení jakosti dle ISO 9001 a neúplný systém řízení jakosti dle ISO 13485 (obor zdravotní technika). Na zavedení úplného systému řízení jakosti pro zdravotní techniku se pracuje s cílem získání certifikace do konce roku 2013.

2.2 Kontrolní technologie – teorie

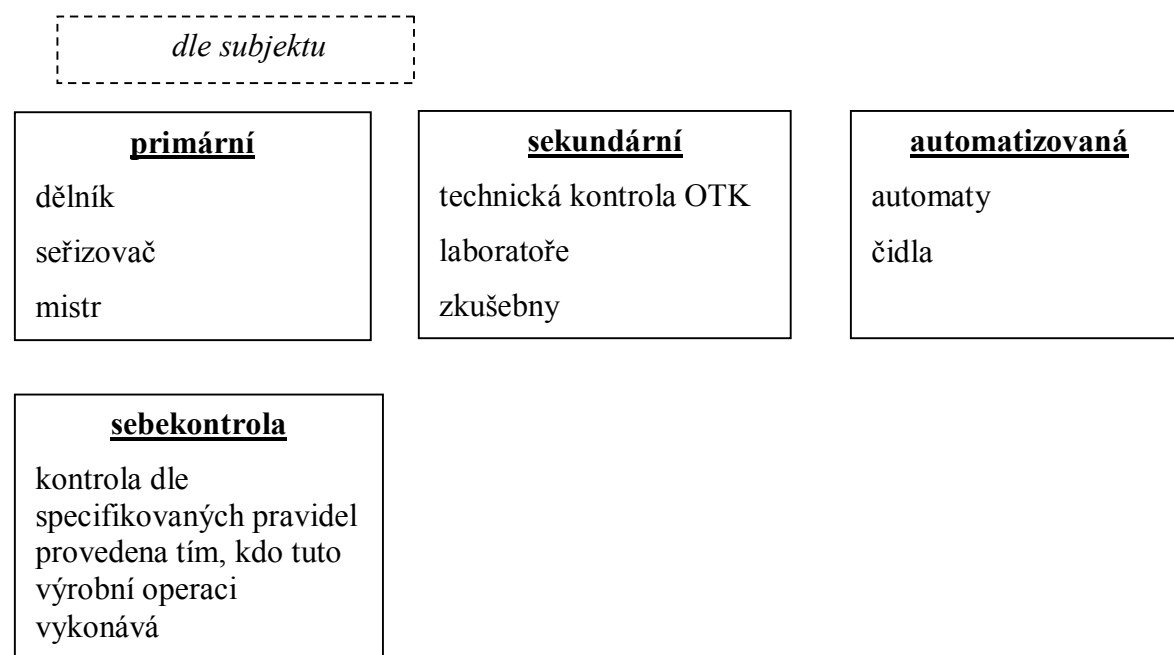
Kontroly jakosti (kvality) slouží k plánovanému zabezpečení požadavků na jakost a k prokazování shody s těmito požadavky.

Při volbě a plánování metodiky pro kontrolu se musí vždy organizace rozhodnout, zda kontroly budou provedeny v rámci realizace jednotlivých kroků potřebných pro realizaci vlastními zaměstnanci, nebo budou provedeny úředními orgány nebo v jejich přítomnosti. Firma má ve své struktuře útvar zodpovědný za systém řízení jakosti oddělení "Systém řízení jakosti", který dozoruje ostatní útvary ve společnosti.

Stanovení zodpovědností za jednotlivé kontroly, postupy, odběr vzorků, provedení zkoušek, jejich četnost, kontrolované znaky, měřidla a potřebné nástroje, způsob evidence výsledků kontroly, způsob uvolnění výrobků k dalším zpracování jsou převážně obsaženy v níže uvedených dokumentech:

- kontrolní plány,
- pracovní postupy,
- kontrolní návodky,
- technologické a pracovní postupy,
- výkresové dokumentace, popř. v jiné dokumentaci, která se vztahuje k procesu výroby výrobku.

Kontrola se obecně dělí dle několika hledisek :



dle začlenění do výrobního procesu

vstupů

vstupní kontrola
příjem zboží
„uživatel,,

průběhu výr.procesu

dělník, seřizovač
mistr (sebekontrola)
technická kontrola

hotové produkce

sebekontrola
výstupní kontrola
inspekce

z hlediska časové návaznosti

prvního kusu

uvolnění na
základě
definovaných
pravidel
dělník, mistr,
technická
kontrola,
laboratoře,
zkušebny

operační

SPC
dělník
mistr
technická
kontrola

mezioperační

výrobní dělník
seřizovač
mechanik
technická
kontrola

výstupní

pracovníci
nezávislí na
výrobě,
zpravidla
technická
kontrola

dle vlivu na vzorek

destrukční

nedestrukční

Předpis kontroly by měl obsahovat [9]:

- co,
- jak,
- kdo,
- kde,
- kdy,
- čím,
- jak často,
- jak dlouho,
- záznam,
- analýza výsledků.

2.2.1 Jakost v uživatelské a servisní fázi

Uživatelská sféra velmi silně rozhoduje o tom, jak musíme na jakostní parametry pohlížet.

V první řadě jde o místo produktu u zákazníka, k čemu je určen, jaké nároky na něj budou kladeny. Na druhém místě jsou cíle a záměry výrobce, jak dlouho má produkt sloužit, nebo např. jak se chce firma u kooperačního partnera etablovat.

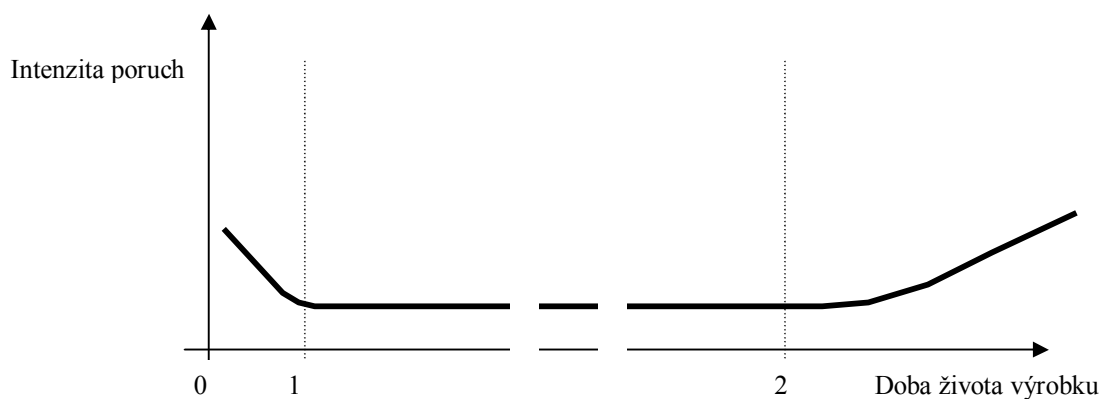
Může nastat i paradoxní situace, kdy velmi kvalitní produkt škodí ekonomickým zájmům firmy/výrobce. Mnohdy je produkt skrytý uvnitř jiného produktu a nelze přesvědčit uživatele novým designem a lepšími uživatelskými vlastnostmi, aby si koupil další obdobný výrobek. Jakost je širší pojem než spolehlivost produktu, i když spolu velmi úzce souvisí. Zhoršený vzhled produktu nemusí někde vůbec překážet a jeho vliv na spolehlivost může být marginální, jinde je vzhled velmi důležitý, kazí jméno výrobce a spolehlivost je považována za samozřejmou, ale druhotnou vlastnost.

Proto je nutné na produkty pohlížet komplexně a tam, kde to lze ovlivnit parametry jakosti na úkor ekonomiky produktu, tak učinit.

Stejně tak i na ekonomiku produktu lze pohlížet z mnoha aspektů. Produkt může být u uživatele ekonomicky úžasný (nízké provozní náklady, rozumná cena, velká spolehlivost atd.), ale u výrobce mohl proběhnout velmi drahý vývoj, byly nakoupeny velmi drahé technologie a je jen velmi těžké vybalancovat cenu tak, aby se vše v rozumné době zaplatilo v období zájmu o produkt a ještě produkt přinesl zisk.

Na těchto úvahách je možné zjednodušeně ukázat, jak mohou být rozhodovací procesy ve vztahu k životním fázím produktu komplexní a jak je třeba různým parametrům rozhodování klást správnou váhu.

Každý produkt se během svého života pohybuje po tzv. „vanové křivce spolehlivosti“ (obr.1). Její náběhová část je do značné míry ovlivněna jakostními parametry v období procesního pobytu produktu ve firmě. Řadou metod sice můžeme prokázat podezření na počáteční velký rozptyl jakostních parametrů produktu, ale příliš nám neřeknou o tom, jak nízko bude střední a nejdelší část „vanové křivky“ spolehlivosti.



Obr.1 – Ilustrativní příklad křivky spolehlivosti

Období 0 - 1 je obdobím zvýšeného výskytu poruch. Na ně působí řada vlivů. Čím jsou výrobní procesy včetně vstupů, lidský faktor a technologie stabilnější tím, je tento výskyt poruch menší, křivka má malé hodnoty a i při nich klesá velmi prudce.

Období 1 – 2 je období, pro které obvykle výrobek vyrábíme. Zde platí pro množství výskytu poruch, že čím je konstrukce výrobku, volba materiálů a zhotovení kvalitnější, tím leží křivka níže a délka období je delší

Období nad 2 je obdobím konce života. Začínají se objevovat poruchy plynoucích z končící životnosti komponentů sestav, podsestav atd..

Někteří výrobci z čistě ekonomických důvodů vkládají do konstrukce některé prvky opotřebení tak, aby obvykle nejdražší součást rozhodovala o konci života výrobku a klient si byl nucen koupit výrobek nový. Je to jistý druh alchymie, ale i nekorektnosti k zákazníkovi.

Tento postup se ve firmě nepoužívá, protože by to mohlo mít negativní vliv na jméno firmy a ekonomické důsledky by mohly eliminovat přínosy tohoto triku. Hlavně pak jde o velmi nečistou praktiku.

Intenzitu poruch lze obvykle určit pouze zkouškou spolehlivosti, která může potvrdit či vyloučit výpočet spolehlivosti, pokud vůbec stojí za to ho provádět (mnohdy chybí podklady, a nebo je lze získat pouze zkouškou - u mechanických dílů). Ta ovšem stojí peníze a čas. To naznačuje, že i velmi kvalitní produkt může mít rozptýl jakostních parametrů ve výrobě na hranici přijatelnosti, ale po období tzv. “zahoření-záběhu“ bude velmi kvalitní. Tyto jevy se mohou projevit hlavně u mechanických sestav a je potřeba

na ně myslet, pokud jde produkt např. do automobilového, leteckého nebo zdravotního průmyslu.

V případě elektronických komponentů je při dnešní úrovni technologií riziko poměrně nízké, ale v procesu řízení jakosti musí být dbáno na to, aby dodavatelské zdroje byly prověřené.

Vysoko položené dno a dlouhý náběh spolehlivostní křivky stojí náklady především v záruční době. Rychlý nárůst poruch a závad po výrobcem stanovené období života (konec spolehlivostní křivky) je v jeho ekonomickém zájmu. Pokud nemá vliv na jméno firmy, lze říci, že je v podstatě zákazníkem očekáván jako přirozený proces.

Relativně nejlevnější cestou, jak zajistit jakostní parametry ve výrobním procesu na velmi dobré úrovni, je kultivace lidského faktoru. Vychází-li se z předpokladu, že vlastní i cizí produkt byl optimálně zkonstruován (optimálně ve vztahu k jakosti), potom vedle úrovně technologií a prostředí je nejslabším článkem lidský faktor. Výběr, proškolení, příprava, pochopení dokumentace, zaškolenost, zkušenosti, všímavost, iniciativa, minimální stres, dobré řízení, loajalita pracovníků k firmě atd. mohou být realizovatelnou a relativně snadnou cestou ke kvalitní produkci.

Další levnou cestou je kontrola účinku již přijatých opatření. Ne neposledním atributem je adresnost a snadná dohledatelnost procesních toků.

2.3 Současný stav systému kontrol ve firmě

Dnešním trendem je vyrábět nejen za co nejnížší náklady, v co největším množství, ale hlavně kvalitně. Kvalitu můžeme definovat jako splnění oprávněných požadavků a přání zákazníka. K dodržování kvalitní výroby je nutné provádět různé úrovně kontroly, které jsou nezbytnou součástí každé výroby. K tomu slouží kontrolní procesy, které budou popsány níže.

2.3.1 Prováděné kontroly ve společnosti ELMET spol. s r.o.

Ve společnosti ELMET, spol. s r.o. Přelouč je prováděno několik typů kontrol, které napomáhají k udržování kvalitní výroby a uspokojování požadavků zákazníků. Mezi důležité kontroly patří **vstupní a výstupní kontrola**, bez kterých se daný materiál nebo výrobek nepřijme na sklad nebo není odeslán k zákazníkům. Postupy kontrol jsou

definovány v daných pracovních postupech – jak pro elektrovýrobu, kovovýrobu, zdravotní techniku tak i vzduchotechniku.

Nejdůležitějšími pracovními postupy s popisem jednotlivých kontrol jsou:

- 100/PPK Označování výrobních dávek,
- 101/PPK Vstupní kontrola elektrosoučástek do MTZ,
- 102/PPK Vstupní kontrola materiálu pro kovovýrobu,
- 103/PPK Výstupní kontrola,
- 107/PPK Mezioperační kontrola.

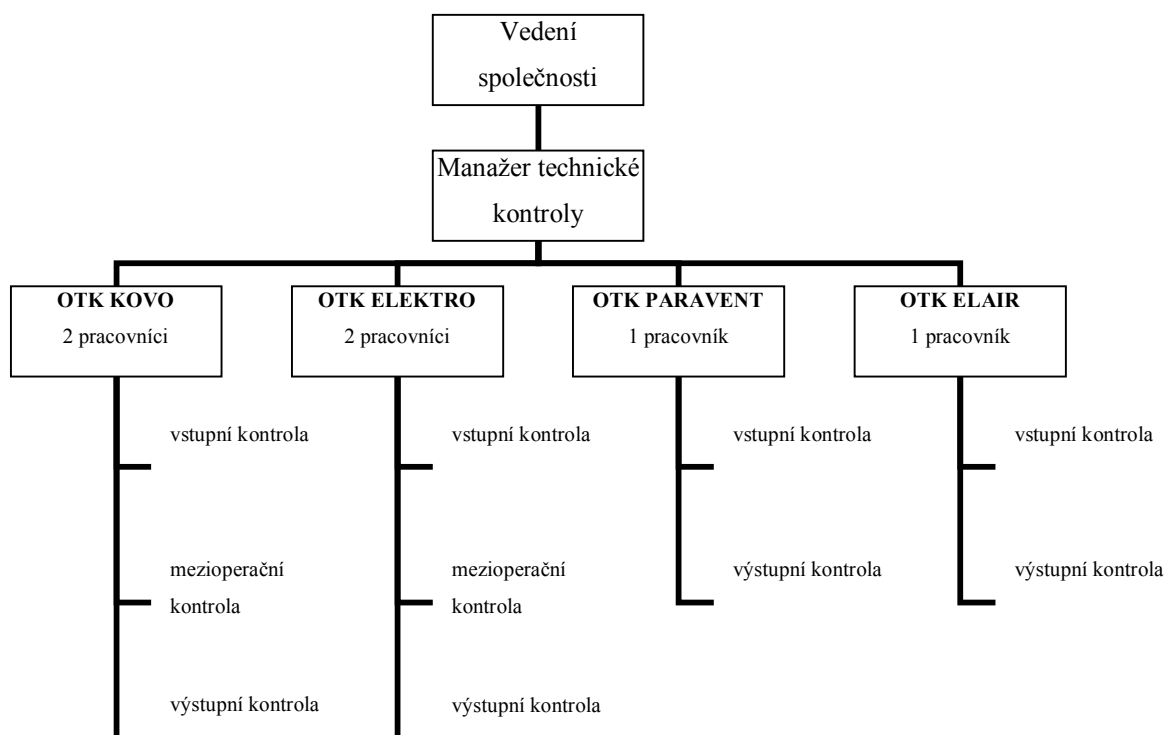
Tyto postupy stanovují pravidla pro provádění vstupní, mezioperační a výstupní kontroly a zároveň označování příslušné dávky, na které byla příslušná kontrola provedena. Pravidla jsou jednak obecná, ale také specifická, vycházející z požadavků zákazníka a zkušeností z výroby.

Proces kontrol je nastaven tak, aby zajistil povinnost vedoucího příslušné výroby poskytnout dostatek času a prostor k provedení kontroly. Zároveň jsou odlišovány produkty, na kterých kontrola ještě nebyla provedena od těch, které kontrolou již prošly. Dále brání nechtěné záměně těchto kusů, popř. expedici neuvolněných produktů.

Mezioperační kontrola je prováděná pracovníkem OTK nebo vedoucím výroby při zahájení, během a po skončení výrobní operace plynoucí z výrobního předpisu (průvodky) a předepsaného technologického postupu. Jejím úkolem je prověřit, zda jednotlivé díly, polotovary či hotové výrobky v průběhu výroby splňují všechny požadavky vyplývající z výrobního procesu, výkresové dokumentace popř. doplňujících požadavků zákazníka. Tato kontrola prověřuje vyráběnou kvalitu během celého výrobního procesu. Zařazení mezioperačních kontrol zároveň umožňuje zpětnou vazbu, kdy je neshoda na výrobku odhalena již v průběhu výroby a je možné rychle reagovat prověřením výrobního procesu. Tímto je možné včas zachytit případné problémy a zároveň se tím snižují náklady způsobené neshodami. Mezioperační kontrola je detailně popsána v pracovním postupu 107/PPK Mezioperační kontrola.

Vstupní a výstupní kontrola je prováděná pracovníky OTK, kteří jsou kvalifikovaní a mají potřebné vybavení pro provádění kontrol.

2.3.2 Organizační schéma OTK



Obr.2 – Organizační schéma OTK

V organizačním schématu společnosti ELMET, spol. s r.o.(obr.2) je oddělení OTK zařazeno nezávisle na jednotlivých výrobních útvarech a je přímo podřízeno vedení společnosti.

Pracovník kontroly zodpovídá za důsledné provedení vstupní, mezioperační i výstupní kontroly. Kontrolu provádí osobně, nebo za pomoci jím určených pracovníků. Má právo a povinnost neuvolnit kusy nebo celou dávku, která nevyhověla kontrole. Vstupní i výstupní kontrola příslušné výroby se zaměřuje na kvalitu povrchu výrobků, kvalitu balení a ochranu dílů, rozměrovou kontrolu, úplnost výrobků, funkčnost výrobků a zajištění dokumentace a záznamů k výrobkům. Uvolnění stvrzuje záznamem na formulář "Kontrolní protokol" nebo záznamem do informačního systému Vision32.

Kontrolní protokol obsahuje několik základních položek:

- předmět kontroly - název výrobku doplněný bližším typovým označením, číslo výkresu,
- rozsah dávky a rozsah kontroly,
- typ kontroly (výstupní, vstupní, mezioperační, apod.)
- použitá měřidla, kalibry, pomocné zařízení,
- kontrolované znaky a jejich požadované hodnoty včetně tolerancí, naměřené hodnoty,
- způsob vyhodnocení zkoušky včetně jednoznačného rozhodnutí, zda zkoušený výrobek vyhovuje specifikaci,
- datum kontroly a jméno pracovníka, který kontrolu provedl.

Rozsah kontroly je stanoven v pracovním postupu 103 / PPK Výstupní kontrola. Např. u lakovaných dílů a dílů, které jsou určeny zákazníkovi, se provádí 100%-ní kontrola a u ostatních výrobků je prováděna kontrola dle pracovního postupu 103/PPK.

Neshodné výrobky, které nevyhověly stanoveným kontrolním parametrům pro danou kontrolu, jsou označeny štítkem "Neshodný výrobek" a je zahájeno řízení dle dokumentovaného postupu „Řízení neshodného výrobku“. Vždy se provede evidence do informačního systému Vision32 a je vystaven konkrétní záznam na formulář "Kontrolní nález" se všemi nutnými parametry, a to:

- název a číslo výrobku, číslo výrobního příkazu,
- velikost dávky, počet neshodných kusů,
- zjištěná vada, její vypořádání a přijatá nápravná opatření,
- vyčíslení nákladů na vypořádání neshody.

V další kapitole bude pojednáváno o kontrole kvality a její optimalizace od počátku.

2.3.3 *Kontrola kvality a její optimalizace v naší firmě*

Firma, jako každý složitější systém, musí mít oblast kontroly kvality a řízení jakosti vůbec, řešenu strukturovaně, ale zároveň na něj musí být pohlíženo jako na celek. Aby bylo možné přistoupit ke konkrétním příkladům a ukázkám aplikace metod ve firmě, je nutné v prvé řadě provést přehledovou analýzu struktury výrobních činností a činností navazujících.

Firma se zabývá těmito hlavními produktovými řadami a činnostmi:

kooperační zakázková strojní výroba vlastní strojní výroba	kooperační elektromechanická výroba vlastní elektrovýroba	Vývoj a výroba vlastních produktů spadajících pod ISO 9001 ad.	Výroba vlastních produktů zdravotní techniky cizí konstrukce spadajících pod ISO 13485 ad.
---	---	---	---

Z hlediska přístupu k řízení jakosti lze potom výrobky členit:

- na výrobky z vlastního vývoje a výrobky,
- výrobky, komponenty, sestavy a podsestavy vyvinuté mimo firmu.

výrobky z vlastního vývoje	výrobky z cizího vývoje s předepsanou technologií	výrobky z cizího vývoje s technologií přizpůsobenou našim zvyklostem a možnostem
----------------------------------	--	---

2.3.4 *Cizí produkty - zakázková výroba*

U produktů konstruovaných vně firmy lze mnohdy jen těžko ovlivňovat kvalitu danou konstrukcí, tzv. „vloženou jakostí“. Pokud to zadavatel výrobku umožní, můžeme ovlivnit hlavně technologickou část, tj. po dohodě nahradit předepsanou technologii technologií vlastní, zvládnutou a i stabilní, případně poskytnout doporučení. Mnohdy to však není možné.

Trvá-li totiž vnější zadavatel na přesném dodržení technologie zakázkového produktu, tak jak byla předepsána v jeho konstrukčních podkladech, nezbyvá výrobní firmě nic jiného, než tuto technologii nakoupit (nebo jinak zajistit) a předepsané postupy si osvojit. Zde vstupují do procesů nová řešení, která mohou být příčinou nižší stability procesů, a proto by bylo výhodné využít některou z citovaných metod řízení kvality – viz kapitola 3 a 4. Její datové výstupy, analytické hodnocení rozptylu jakostních parametrů vedou následně k opatřením zajišťujícím následnou stabilní výrobu v předepsaných nebo smluvně stanovených mezích jakostních parametrů.

2.3.5 Firemní produkty - vlastní výroba

Úplný systém řízení kvality, který je firmě rozvíjen nejen umožňuje, ale přímo nutí přemýšlet o kvalitativních parametrech budoucího vlastního produktu a přístupu k nim již v obdobích, kdy jde mnohdy o volby koncepcí technických řešení, technologických variant, zajištění klíčových prvků a specifikování záměrů budoucích postupů již před vlastním vývojem konečné verze produktu. Smyslem tohoto přístupu je systematicky vnášet prvky kvality a spolehlivosti již od zadání vývoje. Tento přístup umožní mnohdy vymezit slepé cesty, riskantní řešení, a pokud je nezbytné, nabídne možnost definovat míru rizika přípravy nového výrobku a minimalizovat ho s ohledem na následnou výrobu a užití.

Je potřebné při přístupu ke kvalitě postupovat s ohledem na jednotlivé fáze života produktu. Pro nové výrobky se přebírají znalosti a zkušenosti ze starší výroby, které jsou doplněné o nové poznatky z oblasti technologie a konstrukce. Je možno využívat interní databázi, kde jsou archivovány veškeré potřebné informace a již využité metody.

2.3.5.1 Jakost v počátečních fázích vlastního produktu

V etapách vzniku a přípravy produktu do výroby existuje největší možnost ovlivnění jakostních parametrů. Zároveň ale nelze jednoznačně říci, že lze všechna rizika minimalizovat.

Současně je jasné, že hlavně ve fázích před vznikem finálního výrobku je pracováno mnohdy s virtuálním produktem. Zde velmi záleží na zkušenostech týmu, interních informacích o konkurenčních produktech, poučení z chyb minulých konstrukcí atd.

Při vzniku vlastního produktu nejlépe vidíme souboj variant:

- jakost za každou cenu,
- ekonomická únosnost jakosti produktu,
- skutečná úroveň jakosti daná určením/smyslem výrobku,
- životností výrobku, nároky na jeho spolehlivost,
- technologickou průchodnost a vyrobiteľnosť.

V těchto fázích má dominantní vliv na „vloženou jakost“ úroveň lidských zdrojů, které ve firmě jsou nebo na které lze dosáhnout. Ani slovo úroveň v tomto pohledu není jednoduše definovatelná. Jde o komplex vlastností lidských zdrojů jako jsou technické schopnosti, talent, intuice, předvídání, zkušenosti, analytické schopnosti, schopnost se poučit a dělat závěry či správná rozhodnutí atd..

Všechny hlavní procesy při vkládání jakostních parametrů do produktu jsou postaveny na kritických analýzách a závěrech z nich. Nemalou váhu při kritických analýzách mají použité technologie, nutnost počítat s aplikací neznámých řešení, materiálů, komponentů aj..

Nemalý vliv na vložení jakosti do produktu mají faktory - dostatek času, stres, tlaky managementu, tlaky konkurence, otázka nákladů a prostředků vůbec a spousty jiných ne nevýznamných vlivů.

Samozřejmě, že lze připravit nový kvalitní produkt i jinými cestami např. otročským okopírováním cizího produktu, metodou „hop nebo trop“ nebo talentem autora.

Správně nastavený systém řízení jakosti má každou etapu vzniku produktu podrobenou kontrole a validačním kritériím. Jde v podstatě o otázky a odpovědi, jejichž dostatečnost nás pouští do dalších a dalších etap přípravy produktu.

2.3.5.2 Jakost ve výrobních fázích vlastního produktu

Produkt, který projde předchozími stádii, jako jsou předprojekt, projekt, vývoj, finální výrobek, zkoušky interní, externí, typová zkouška, ověřovací řada, vstoupí do vlastní výroby s jasně známými technickými i jakostními parametry definovanými technickými podmínkami, s jasnými užitnými vlastnostmi, vzhledem a provedením. U

každého výrobku jsou známá místa v procesech výroby, kde je třeba dělat důkladnější sledování parametrů jakosti ad..

V případě vlastních produktů je to jednodušší v tom ohledu, že interní tvůrci znají kritická místa, místa kde chyba ovlivní zásadním způsobem jakost. FMEA vypracovaná řešiteli úkolu je na mnohem vyšší úrovni než u cizích produktů v podniku vyráběných.

Poznámka: V této situaci lze určitou neznalost vzniku řešení produktu nahradit velkými zkušenostmi technologů, výrobních pracovníků, ale je důležité mít nastavený systém řízení jakosti tak, aby již při každém podezření, pocitu něčeho nesprávného, nastoupil analytický přístup, opatření, kontrola účinku opatření.

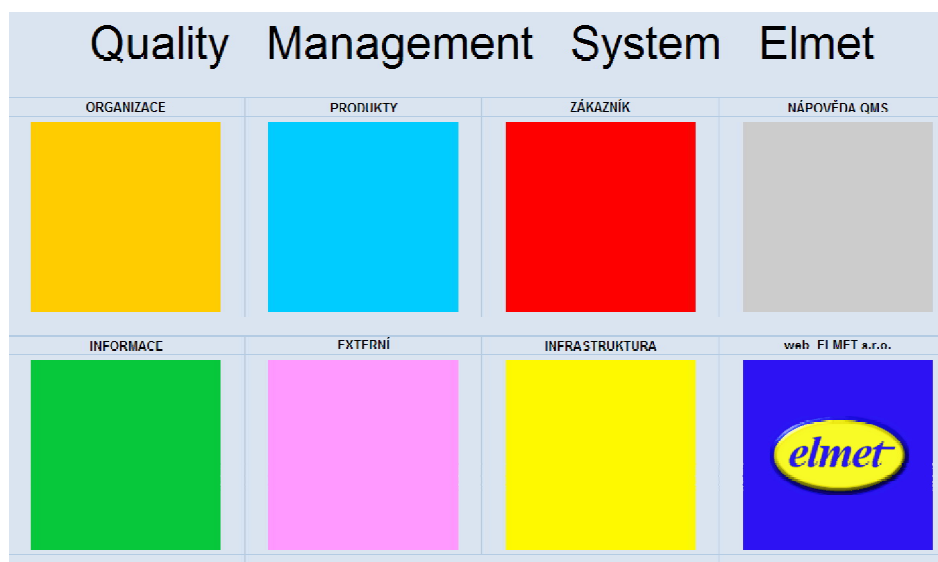
2.3.5.3 Komplexní přístup společnosti ELMET, spol. s r.o. k systému řízení jakosti

Vzhledem k rozsahu diplomové práce se nelze zabývat více aspekty přístupu k jakosti, ale je dobré zmínit ještě jeden, který je považován za důležitý. Již na začátku bylo naznačeno, že management jakosti je proces komplexní a tak bylo na místě v této fázi rozvést diplomovou část do dvou směrů:

- **prvním** je naznačení komplexnosti přístupu firmy k systému řízení jakosti,
- **druhým** je konkrétní příklad přístupu k jakostním parametrům na vybraném produktu spadajícím do kategorie elektromechanických produktů.

Firma, jak bylo již dříve uvedeno, se zabývá z pohledu evropských norem dvěmi skupinami produktů. Jedny z hlediska QMS spadají do oblasti norem jako je ISO 9001 Systémy managementu jakosti a druhé produkty s náročnějším řízením jakosti do oblasti norem jako je ISO 13485 Zdravotnické prostředky – Systémy managementu jakosti, která je náročnější především v rozsahu dokumentovaných záznamů.

V přípravě implementace tohoto přístupu ke QMS je postupováno s pomocí partnerské firmy, která má více než osm let zavedený a auditovaný plný systém řízení jakosti QMS dle ISO 13485. Vzhledem k tomu, že jde o modulární systém je možné jeho budování a zavádění realizovat po částech. Na příkladech již hotových částí bude ukázáno na šíři procesů, které vzhledem k optimalizaci procesů řízení jakosti jsou a budou sledovány.



Obr.3 – Vstupní obrazovka QMS

Vstupní obrazovka systému QMS pomocí dotykových ikon naznačuje oblasti, do kterých řízení jakosti sahá a které ho ovlivňují. Například procesy probíhající organizací s vlivem na jakost mají opět řadu vrstev a úrovní a lze se o nich zmínit jen okrajově.



Obr.4 – Procesy v organizaci











Na některých dalších obrazovkách bude ukázáno, s čím vším jakost souvisí a jak lze přehledností systému jednoduše sledovat všechny procesy jakost ovlivňující, řídit je a dokumentovat.

Produkty							
zpět	ZT	OST PRODUKTY	SILUŽBY	OST VÝROBY	KOOPERACE		SOFTWARE
ŠTÍTKY	Validační kritéria	Analyt.Metody	Záznamy AM				
PŘEDPROJEKTY	PRŮVOD. LISTY	EXT.CENÍK	CENÍK	FOTODOKUMENTY	EAN TVORBA	KALKULACE	KOMPONENTY
NAMĚTY	ZMĚNY	NAVÁZANI	PROPAGACE	NORMY VÝBĚR	EAN TŘÍDNIK	NÁVODY	KARTY

Obr.5 – Obrazovka produktu

Každý nový produkt je sledován v předvýrobních etapách pomocí tzv. průvodního listu produktu a tím je umožněno postupné přiblížení k relativní optimalizaci, ale hlavně přehlednosti a dohledatelnosti v systému QMS. Je nutné si uvědomovat, že optimalizace čehokoliv je věc značně ošidná, je důležité určit správně parametry, které budou optimalizovány. Proto i ve firmě probíhají optimalizační procesy většinou s přihlédnutím na ekonomiku a smysluplnost.

Na závěr bude ukázána obrazovka, s jejíž pomocí jsou řízeny a dokumentovány procesy konkrétního produktu zdravotní techniky.

Hemoron/Hemoron IQ tř.la	
	<p>Popis: Hemoron je zařízení na nechirurgickou léčbu hemoroidů. Léčba tímto přístrojem - "Hemoron metodou" je prováděna impulsním monofázickým proudem z nízkonapětového zdroje („přerušovaný proud-breakling current“) v oblasti mezi lineas dentata a bází hemoroidu.</p> <p>Popis: Hemoron® IQ je zařízení na nechirurgickou léčbu hemoroidů. Jedná se o vylepšenou verzi přístroje Hemoron, která bez zásahu do jádra a principů přístroje, pomáhá snížit rizika lidského faktoru tím, že upozorní vizuálně i akusticky uživatele, že již bylo dosaženo aplikačních hodnot pro I. až IV. stupeň. Aktuálně upravuje dobu aplikace v souladu se zvrženou použitelností aplikačního proudu. Současné s vizuálně a poslechovou kontrolou operací oblastí dává operátoři jistotu, že léčba probíhá správně.</p>
	Námět, Předprojekt : Rozvahy, materiály, kvalifikované odhady, aj.
	Průvodní list produktu : Řešitelé, autorská práva, obchodní názvy, patentová aj. ochrana, konkurenční produkty,QFD.
	Projekt / Inovace : Ekonomika, záměry, varianty řešení, Opomítnutí řízení aj.
	Technické podmínky : Variantní řešení
	Management rizik : Analýzy, zhodnocení, odchylky dle variant aj.
	Tým managementu rizik
	Rizika : Pádová, přepravní, klimatické, typové, kritické aj.
	Technická dokumentace : Výkresy, schémata, procesní manuál, dokumentovaný záznam, identifikace vnější a vnitřní, sestavy
	Dokumentovaný postup : procesní manuál k výrobě kompletu Hemoron
	Dokumentovaný záznam : záznam k procesnímu manuálu Hemoronu
	Průvodní dokumentace : Manuály,zarčení,pačiči, servisní list, štky do i na ad.
	Marketingová dokumentace : Prospekty, filmy, strategie prodaje, akce, ceníky, teritoriální rozvahy
	Servisní dokumentace : Servisní manuál, sestavy, účtování sestav a komponent, třídky , záruční podmínky aj..
	Postprodukční záznamy : Stížnosti, nářečí, uplštění, preventivní uplštění, odhady nákladů a pracnosti realizace aj.
	Záznamy zpětné vazby : Informace z praxe od zákazníka k danému produktu mající smysl, ergonomické, konstrukční a uživatelské připomínky.
	Aplikaované normy aj. : Seznam relevantních ČSN a NV
	Certifikáty : Vystavené platné, připravované, související aj.
	Prohlášení o shodě : V české a anglické verzi, umístění na manuál
	Podklady pro GUKL : Sestava materiálů pro případnou kontrolu Státního ústavu pro kontrolu léčiv
	Dobrozdání : Publikované v tisku, v indexovaném tisku, v TV v programech kongresů aj.
	Inovační cesty : Podklady pro rozhodování nových řešení
	Police Z1 : Znamá umístění Z1
	Nové materiály : Komponenty k prověření, zajištění, posouzení, pro vývoj
	Ostatní :

Obr.6 – Proces výroby Hemoron

Stejně jako je řízen produkt samotný musí být řízena i infrastruktura, informační toky, externí vztahy a procesy, procesy vztahené k zákazníkovi, uživateli, kooperantovi aj..

Toto vše je však již nad rámec této diplomové práce, ale s optimalizací firmy to úzce souvisí.

3 Využití nástrojů řízení jakosti ve společnosti ELMET, spol. s r.o.

Důležitým požadavkem na budování systému řízení jakosti je identifikace příčin snižujících jakost produktů a procesů, jejich odstranění a vytvoření podmínek pro minimalizaci jejich vlivů. Snahou je dosažení stabilní úrovně variability procesu, která je vyjádřena pomocí směrodatné odchylky. Směrodatná odchylka je určitá míra velikosti chyby, zvládnutí procesu či vlastnosti produktu, a postupné snižování této variability.

Ke zkoumání variability procesu slouží několik nástrojů, tzv. sedm základních nástrojů kvality.

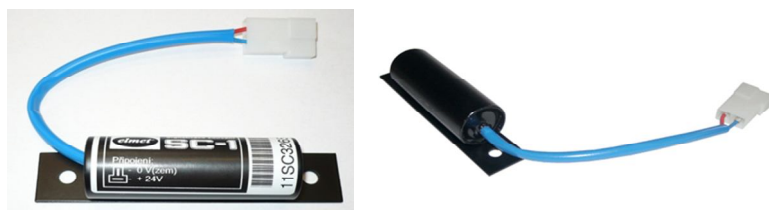

Patří sem:

- **Sběr dat (kontrolní formuláře a záznamy)** - systematické shromažďování údajů pro řízení a zlepšování jakosti. Formuláře pro sběr údajů mohou být buď v papírové nebo elektronické formě. Jejich příprava by měla zajistit, že budou shromažďovány takové údaje, které poskytnou potřebné informace.
- **Histogram** - sloupcový diagram pro znázornění rozdělení četnosti hodnot ve vhodně zvolených intervalech. Nástroj pro hodnocení shromážděných údajů. Velmi důležitý je tvar histogramu, z něhož je možnost usuzovat různé vlastnosti datového souboru a můžeme odhadnout jaké rozdělení má daný soubor dat.
- **Postupový (vývojový diagram)** - slouží ke grafickému zobrazení posloupnosti a vzájemné návaznosti všech kroků určitého procesu - více viz kapitola 4.1.1.
- **Paretova analýza (Paretův diagram)** - viz kapitola 3.1.1.
- **Diagram příčin a následků** - nástroj pro analýzu všech příčin určitého následku.
- **Bodový diagram** - metoda pro studium vztahů mezi dvěma proměnnými např. vzájemná souvislost mezi dvěma znaky jakosti výrobku. K posouzení příslušné závislosti je nutné provést hodnocení. Toto hodnocení se provádí regresní a korelační analýzou.
- **Regulační diagram** - viz kapitola 3.1.2. [1]


Data, která jsou potřebná pro aplikaci některých nástrojů kvality, jsou sbírána ve výrobě pracovníkem kontroly. Data je možné získat při běžné vstupní, mezioperační kontrole nebo při kontrole výstupní. Důležité je tato data zachycovat, ať pomocí záznamů na příslušné formuláře, které má každá společnost své interní, nebo také softwarovými nástroji, sloužící ke sběru dat.

Díky těmto používaným nástrojům lze odhalit a analyzovat velkou část problémů s kvalitou.

Pro názornou ukázkou již aplikovaných metod a nástrojů a metod a nástrojů, které budou v rámci diplomové práce aplikovány, byly vybrány dva reprezentativní výrobky, jejich specifikace bude popsána níže v přehledných tabulkách č. 1 a 2.

Příklad	Signalizace couvání SC-1	
Stručný popis	Zařízení, které je určeno pro automobilový průmysl. Je určeno k zabudování do dopravních prostředků a slouží k upozornění osob v bezprostřední blízkosti vozu na jeho předpokládaný pohyb, tj. couvání, akustickým signálem. Skládá se z mechanického krytu na elektronickou část včetně připojovacího kabelu s konektorem. Elektronická část je v kovové části zalita zalévací hmotou.	
Foto sestavy		
Elektronická část		
Zařazení dle produktové řady	Vlastní produkt spadající pod ISO 9001 ad.	
Zařazení dle QMS	Výrobek z vlastního vývoje	
Představitel	12% produkce firmy	
Podíl z hlediska počtu komponent	Elektronická část	Mechanická část
	82%	18%
Možnosti přístupu k optimalizaci QMS		
Vhodné metody	Použité metody	
Histogram		
Paretova analýza	Paretova analýza	
Bodový diagram		
Vývojový diagram	Vývojový diagram	
Diagram příčin a následků		
Regulační diagram - SPC		
Poka - Yoke		
Metoda FMEA	Metoda FMEA	
Metoda FTA		
Diagram PDPC		
Cyklus PDCA		
Ishikawův diagram		
Six Sigma		
Kaizen		
Způsobilost procesu		
Metoda 5S		
Kontrolní postupy, zkoušky		
Zkouška spolehlivosti		
Pádová zkouška	Zkrácená zkouška spolehlivosti (do 50hod)	
Zkouška mechanické odolnosti		
Klimatická zkouška	Klimatická zkouška	
Potřebnost zahřívání		
Zkouška přípravků a nástrojů	Svářecí, ohýbací zařízení a nástroje	
Vstupní kontrola	Vstupní kontrola	
Mezioperační kontrola	Mezioperační kontrola	
Výstupní kontrola	Výstupní kontrola	
Kontrolní plány	Kontrolní plán	
Závěr	na konci diplomové práce	

Tab.1 – Specifikace výrobku Signalizace couvání SC-1

Příklad	Hood (3) high	
Stručný popis	Kovová bedna z ocelového plechu vyrobená ze dvou typů plechu a to děrovaného na tvářecím stroji a plného. Plechy jsou vyrobeny na CNC vysekávacích a CNC ohraňovacích strojích. Díly jsou následně bodovány na odporové bodové svářečce.	
Foto sestavy		
Elektronická část	---	
Zařazení dle produktové řady	Zakázková strojní výroba	
Zařazení dle QMS	Výrobky z cizího vývoje s předepsanou technologií	
Představitel	28% produkce firmy	
Podíl z hlediska počtu komponent	Elektronická část	Mechanická část
	0%	100%
Možnosti přístupu k optimalizaci QMS		
Vhodné metody	Použité metody	
Histogram		
Paretova analýza		
Bodový diagram		
Vývojový diagram		
Diagram příčin a následků		
Regulační diagram - SPC	Regulační diagram - SPC	
Poka - Yoke	Poka - Yoke	
Metoda FMEA		
Metoda FTA		
Diagram PDPC		
Cyklus PDCA		
Ishikawův diagram		
Six Sigma		
Kaizen		
Způsobilost procesu		
Metoda 5S		
Kontrolní postupy, zkoušky		
Zkouška spolehlivosti		
Pádová zkouška		
Zkouška mechanické odolnosti		
Klimatická zkouška		
Potřebnost zahořování		
Zkouška přípravků, strojů a nástrojů	Svářecí, vysekávací a ohraňovací stroje	
Vstupní kontrola	Vstupní kontrola	
Mezioperační kontrola	Mezioperační kontrola	
Výstupní kontrola	Výstupní kontrola	
Kontrolní plány		
Závěr	na konci diplomové práce	

Tab.2 – Specifikace výrobku Hood (3) high

Ve společnosti ELMET, spol. s r.o. jsou využívány především dva nástroje k vyhodnocování sbíraných dat. Jedná se o Paretovu analýzu a regulační diagramy.

3.1 Aplikované nástroje pro kontrolu a řízení jakosti - teorie

Nástroje kvality jsou techniky identifikované jako nejvíce užitečné při řešení otázek souvisejících s kvalitou. Výstupy těchto technik jsou zpravidla prezentovány v grafické podobě tak, aby výsledek byl snadno pochopitelný i pro ne příliš znalého uživatele. Jsou vhodné k běžnému využití, jelikož k nim není potřeba velké znalosti statistiky a mohou být využity v drtivé většině otázek souvisejících s kvalitou. Stojí v kontrastu s více pokročilými statistickými metodami, jako například statistickou přejímkou, statistické testování hypotéz a dalšími.

Pro analýzu sbíraných dat ve společnosti ELMET, spol. s r.o. jsou využívány nástroje Paretova analýza, SPC – regulační diagramy. V této kapitole bude také použito metody Poka-Yoke, která nepatří mezi 7 nástrojů kvality, ale díky vyhodnocení regulačního diagramu byla tato metoda zahrnuta do této kapitoly jako nápravné opatření. Paretova analýza a statistická regulace procesu byly vybrány hlavně z důvodu snadné aplikace, jsou nejběžnější a jejich prezentování je nejsnadnější.

3.1.1 Paretova analýza

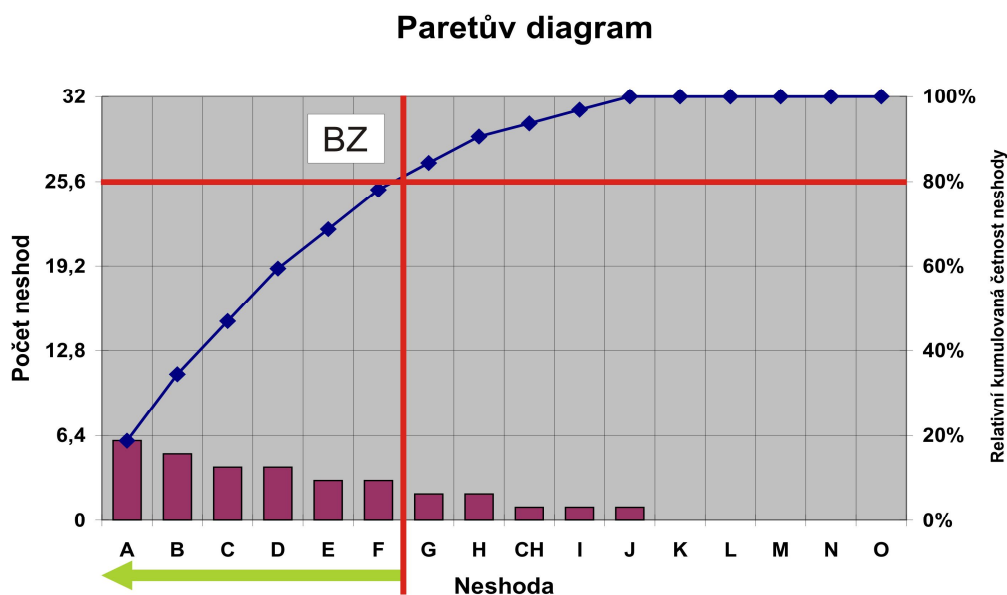
Paretovo pravidlo zní, že **80% problémů je způsobeno 20% příčin.**

Paretův diagram patří k jednomu z nejefektivnějších, dostupných a snadno aplikovatelných nástrojů. Umožňuje oddělit podstatné faktory od méně podstatných a ukázat, kam je nutné zaměřit hlavní směr působení nápravných opatření. Pro sestavení Paretova diagramu jsou potřeba informace o zjištěných vadách nebo jejich příčinách za určité časové období. Dle zvolených ukazatelů je nutné vytřídit vstupní data jako např. počet výskytu, typ výrobku, druh neshody, zdroj příčiny apod.

Hlavním úkolem Paretovy analýzy je vyčlenění hlavních příčin s důrazem na zaměření se na ně, aby došlo k radikálnímu zlepšení daného procesu.

Na základě zjištěných údajů za sledované období lze sestavit Paretův diagram, což je sloupcový diagram, kde jsou sloupce seříděny podle velikosti. Podkladem pro zpracování Paretova diagramu nemusí být pouze údaje z již probíhajícího procesu.

Pomocí něj lze například vyhodnotit malé skupiny příčin ovlivňujících výskyt určitého problému na základě týmového bodového hodnocení příčin analyzovaných při zpracování diagramu příčin a následku [1],[2],[3],[5].



Obr.7 – Příklad Paretova diagramu[12]

Dále bude uveden příklad tvorby Paretovy analýzy v praxi. Data použitá níže jsou interní a vztahují se k výrobku Signalizace couvání SC-1 a použitá data jsou za období rok 2011.

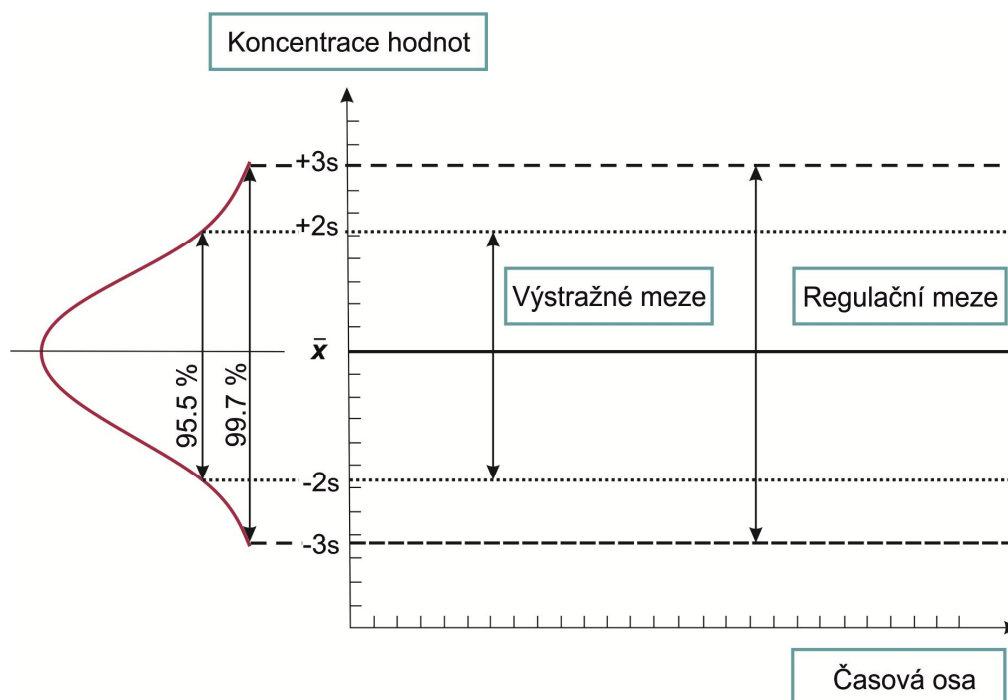
3.1.2 Regulační diagram

Regulační diagramy jsou základním grafickým nástrojem, které umožňují odlišit variabilitu procesu vyvolanou zvláštními příčinami od variability vyvolané náhodnými příčinami.

Zvláštní příčiny vyvolávají variabilitu, která vede k reálné změně výrobního procesu, jenž se projeví změnou rozdělení sledovaného znaku kvality. Zvláštní příčiny můžeme rozdělit na předvídatelné a rušivé.

Náhodné příčiny představují širokou škálu neidentifikovatelných příčin. Součet těchto příčin je měřitelný a je chápán jako přirozený rys procesu.

Shewhartův regulační diagram je průběhový diagram s dolní a horní regulační mezí, které jsou nakresleny na obě strany od průměrné hodnoty procesu. Meze jsou typicky ve vzdálenosti ± 3 sigma. Pokud je proces statisticky zvládnutý, mělo by v těchto regulačních mezích ležet 99,7% hodnot. Někdy je možné do diagramu zakreslit i meze ± 2 sigma, které nazýváme jako výstražné meze.



Obr.8 - Meze regulačních diagramů [10]

Účelem regulačních diagramů je detekce změny chování procesu, čili slouží i k monitorování variability procesu v čase, rozlišení speciální příčiny variability od náhodných, a slouží jako nástroj pro regulaci.

Pokud jsou sledované znaky měřitelné, pracuje se s regulačními diagramy měření, mají-li charakter diskrétní náhodné veličiny, pracujeme s regulačními diagramy srovnávání[1],[2],[4].

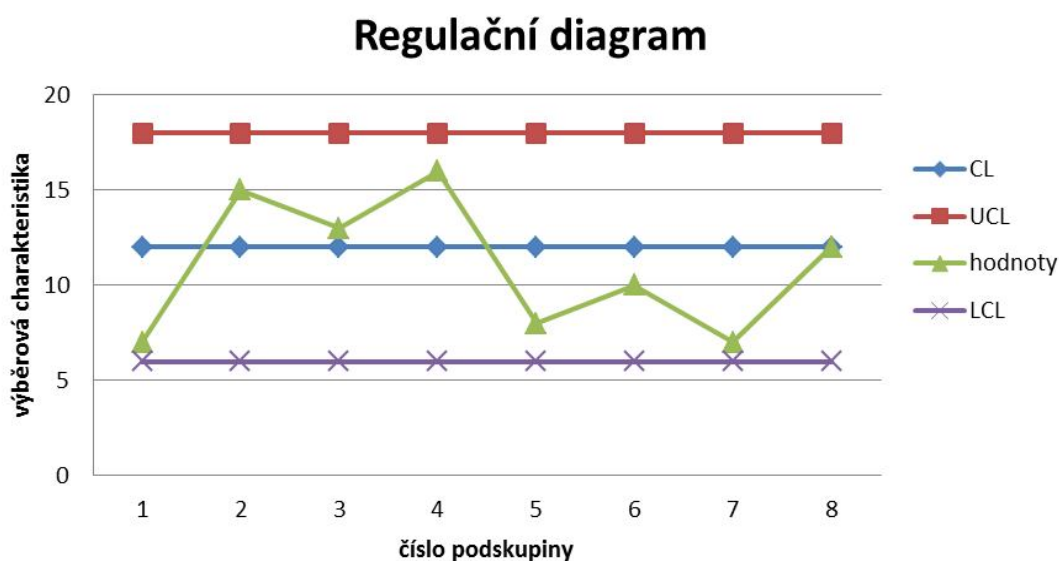
Dělení regulačního diagramu:

- Podle typu dat - srovnáváním
 - měřením
- Podle konstrukce - Shewhartovy
 - CUSUM
 - speciální
 - vícerozměrné
- Podle toho, zda jsou data v podskupinách či ne - měřením s podskupinami.

3.1.2.1 Obecný popis RD

Obecný popis regulačního diagramu (obr.č.9):

Na ose x jsou vynášena pořadová čísla podskupin, na ose y hodnoty výběrových charakteristik sledovaného znaku jakosti či parametru procesu. Dále se skládá z centrální přímky CL (Central Line), která odpovídá požadované hodnotě podstatného znaku, z horní regulační meze UCL (Upper Control Limit) a dolní regulační meze LCL (Lower Control Limit). Tyto meze vymezují pásmo, v němž leží s předem zvolenou pravděpodobností hodnoty výběrových charakteristik jednotlivých podskupin.

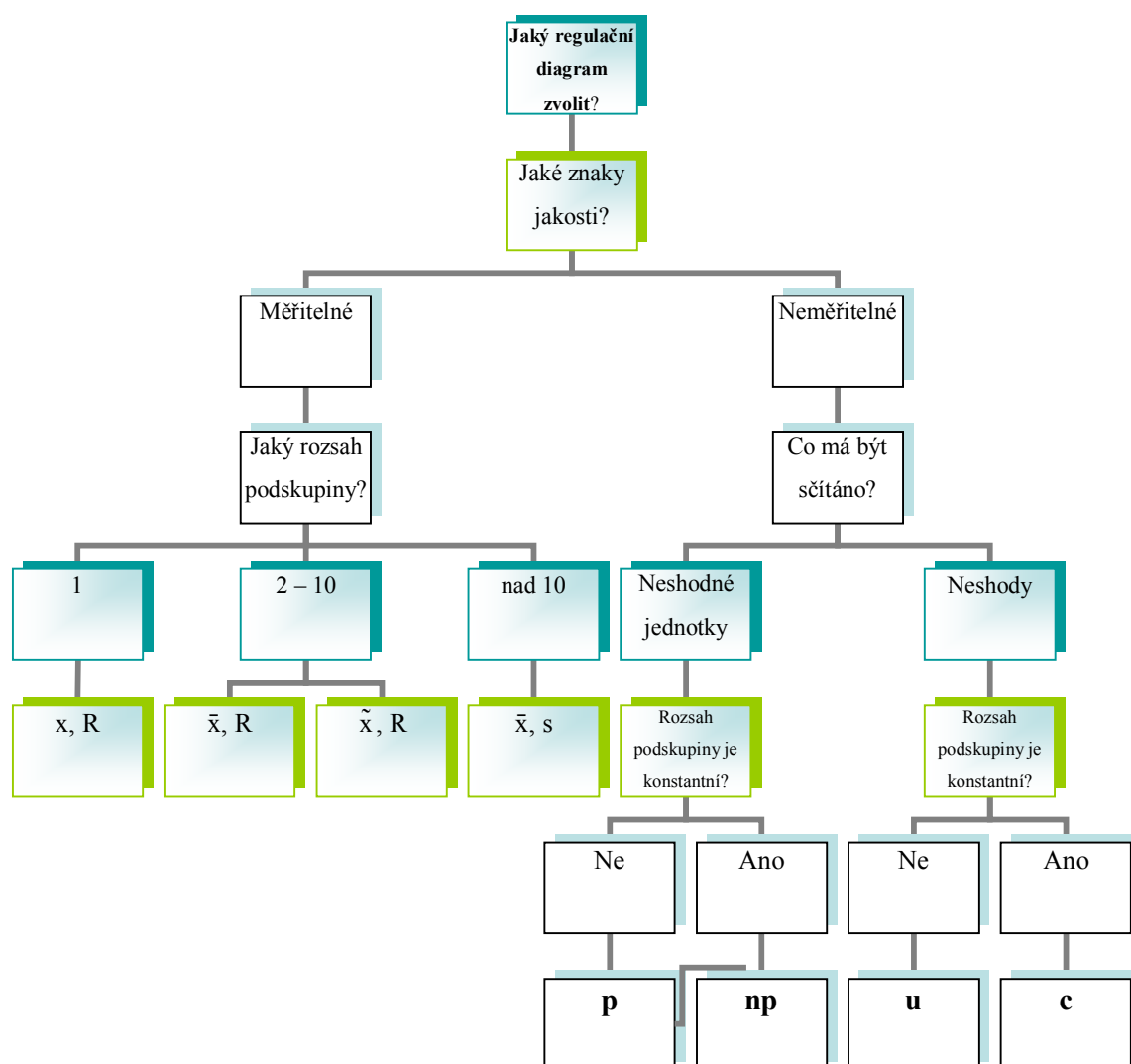


Obr.9 - Struktura regulačního diagramu

Postup aplikace regulačního diagramu:

- odebrat v pravidelném čase určitý počet produktů,
- u produktů stanovit stejný znak kvality,
- pro podskupinu ze znaku určit výběrovou charakteristiku (např. směrodatnou odchylku, střední hodnotu, výběrové rozpětí atd.),
- výpočet CL, UCL, LCL dle typu regulačního diagramu,
- zakreslit výběrové charakteristiky do regulačního diagramu,
- regulační diagram analyzovat.

Schéma postupu při výběru vhodného regulačního diagramu:



Obr.6 - Schéma postupu při výběru regulačního diagramu [6]

Regulační diagram je také základním nástrojem statistické regulace procesu SPC - Statistical Proces Control, která je ve společnosti ELMET spol. s r.o. aplikována a v této diplomové práci bude popsána.

3.1.3 Statistická regulace procesu SPC

Statistickou regulací procesu se rozumí jeho udržování v ustáleném a požadovaném stavu. Předpokladem je, že chování procesu je charakterizováno chováním jedné nebo více veličin, znaků jakosti nebo technických parametrů. Dalším předpokladem je pravidelná kontrola, ať už zkouškou, měřením, prohlídkou apod. Těmto hodnotám musí být stanoveno kritérium umožňující po každé kontrole rozhodnout, zda stav procesu má nebo nemá být považován za ustálený.

Cílem SPC je řídit proces tak, aby se choval požadovaným způsobem a snižovat kolísání parametrů konečného produktu nebo zlepšovat dosaženou úroveň procesu jinými způsoby [6].

3.1.3.1 Variabilita procesu

Teorie SPC vychází z existence variability, která je výsledkem náhody, která na proces, i za relativně standardních podmínek, působí. Variabilita způsobuje, že dva výrobky nejsou stejné. Variabilitu je možné sledovat a popsat, což umožňuje vytvořit podmínky k tomu, aby se pohybovala v určitých mezích, a také umožní předvídat chování procesu v budoucnu.

Variabilita může být v procesu způsobena náhodnými nebo vymezitelnými příčinami:

- **Náhodné příčiny** – představují širokou skupinu neidentifikovatelných vlivů a každý sám o sobě přispívá k celkové variabilitě procesu malou měrou a nepřevažuje nad ostatními. Tento proces se charakterizuje tím, že je ve statisticky zvládnutém stavu dle normy ČSN ISO 8258 Shewhartovi regulační diagramy.

Příklad náhodných jevů je nestejnorodost použitého materiálu, vlhkost a teplota vzduchu, psychický stav pracovníka a další.

- **Vymezitelné příčiny** - nepůsobí na proces za běžných podmínek, ale pokud začnou působit, vyvolávají takové změny, které se projeví i v nepřírozeném kolísání údajů podle kterých variabilitu procesu hodnotíme. Proces charakterizujeme dle normy ČSN ISO 8258 tím, že není ve statisticky nezvládnutém stavu.

Vymezitelné příčiny je možné ještě dělit na příčiny sporadické, které vznikají náhle, vyvolávají změny v procesu a trvají jen krátkou dobu a na příčiny přetrvávající, které trvají stále a vyvolávají po určitou dobu trvající odchylky v parametrech rozdělení procesu. Příkladem vymezitelných jevů je například změna v seřízení stroje, nezaškolená obsluha, změna materiálu a další [11].

3.1.3.2 *Etapy SPC*

- **fáze přípravná** - rozpoznat a stanovit cíle regulace, stanovit parametry procesu či znaky kvality a kontrolní místa pro provedení kontroly,
- **fáze zabezpečení stavu statistické stability procesu** - rozpoznání a snížení účinků vymezitelných vlivů na nejnižší možnou úroveň,
- **fáze analýzy a zabezpečení způsobilosti procesu** - prozkoumání zda je proces způsobilý k definovaným požadavkům,
- **fáze vlastní statistické regulace procesu** - pomocí regulačního diagramu je proces udržován ve statisticky zvládnutém stavu.

Druhy statistické regulace:

- SPC měřením
- SPC srovnáváním [6].

3.1.3.3 *Statistická regulace měřením*

Regulaci je možno použít v případě, že znak jakosti je spojitou náhodnou veličinou (váha, délka, vzdálenost dvou otvorů atd.). Získání hodnot je časově náročnější a nákladnější než u regulace srovnáváním, ale rozsah výběrů jsou mnohem menší.

Metody regulace měřením se liší podle výběrových charakteristik, kterých se při nich používá. Jsou to:

- metoda výběrového průměru a směrodatné odchylky (\bar{x}, s),
- metoda výběrového průměru a rozptylu (\bar{x}, R),
- metoda výběrového mediánu a směrodatné odchylky (Me, s),
- metoda výběrového mediánu a rozpětí (Me, R),
- metoda individuálních hodnot a klouzavého rozpětí (X, R). [2]

3.1.3.4 *Statistická regulace srovnáváním*

Regulace se používá v případě, že znak jakosti má charakter diskrétní náhodné veličiny (počet vad atd.). Získání hodnot je levnější a rychlejší, ale rozsah výběru je mnohem větší.

Typy regulačních diagramů srovnáváním:

- pro podíl neshodných jednotek v podskupině (regulační diagram pro p),
- pro počet neshodných jednotek v podskupině stejného rozsahu n (diagram np),
- pro počet neshod v podskupině (diagram pro c),
- pro počet neshod na jednotku v podskupině (diagram pro u).

Volba typu diagramu závisí na výstupu z procesu. Zda sleduje výskyt neshodných výrobku nebo výskyt neshod.

Pro vyhodnocení dat v této byl použit regulační diagram pro p [2].

3.1.3.4.1 Regulační diagram pro podíl neshodných jednotek v podskupině p-diagram

Tento typ je vhodný v případě, že se mění rozsah podskupin. Rozsah podskupiny by měl být 50-200 jednotek.

Výpočet hodnoty podílů neshodných jednotek v podskupinách: [2]

$$p_j = \frac{x_j}{n_j}, \quad (1)$$

kde: x_j - počet neshodných jednotek v j-té skupině,

n_j - rozsah j-té podskupiny.

Průměrný rozsah výběrů:

$$\bar{n} = \frac{1}{k} \sum n_i \quad (2)$$

Úroveň centrální přímky a regulačních mezí se počítají dle vztahů:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^k x_j}{\sum_{j=1}^k n_j}, \quad (3)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_j}}, \quad (4)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_j}}, \quad (5)$$

kde: \bar{p} - průměrný podíl neshodných jednotek v podskupině,

k - počet podskupin,

\bar{n} - rozsah j-té podskupiny.

Existují i vzorce pro výpočet individuálních mezí pro i-tý výběr, které se používají v případech, že rozsah kontrolovaných výrobků n_i v jednotlivých výběrech se liší od průměrného rozsahu výběru o více jak 25%. Neplatí podmínka

$n_i \in \langle 0,75\bar{n} ; 1,25\bar{n} \rangle$. Pokud tato podmínka není dodržena, individuální meze se počítají dle vztahů:

$$UCL(p)_j = \bar{p} + 3 * \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_j}}, \quad (6)$$

$$LCL(p)_j = \bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_j}}. \quad (7)$$

Při konstrukci regulačního diagramu mohou nastat tři způsoby zobrazení

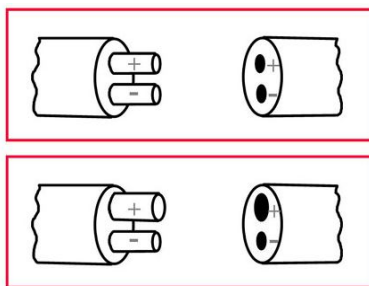
regulačních mezí dle podmínky $n_i \in \langle 0,75\bar{n} ; 1,25\bar{n} \rangle$:

1. konstantní meze v celém regulačním diagramu,
2. konstantní meze pro část regulačního diagramu, pro zbytek individuální meze,
3. individuální meze v celém regulačním diagramu.

Pokud nastane případ, kdy hodnota dolní regulační meze LCL vyjde záporná, v tomto případě se klade $LCL=0$. Podíl neshodných jednotek nemůže být záporný. [2]

3.1.4 Poka-Yoke

Ačkoliv s touto metodou na začátku nebylo počítáno a nepatří mezi 7 nástrojů řízení kvality, díky sestavenému regulačnímu diagramu a následnému vyhodnocení neshod bylo provedeno nápravné opatření. Toto opatření spočívalo ve zhotovení přípravku, který zabraňuje vložení děrovaného plechu jiným způsobem než je ten předepsaný. Pokud se najde mechanismus, který zabraňuje omylům během procesu, které jsou způsobeny převážně lidským faktorem, jedná se o aplikování metody Poka-Yoke. Jejím cílem je najít a realizovat jednoduché technické řešení v konstrukci výrobku nebo již v průběhu výroby, která mají pomáhat v předcházení vad.



Obr.11 - Příklad zavedení metody Poka-Yoke

Hlavní výhodou využití této metody je eliminace potenciálních vad a chyb již před započítím výrobního procesu, tedy před tím než se vyskytnou nežádoucí chyby. Identifikace a odstranění chyb ve výrobě dříve než se změni na vady je mnohem méně nákladné, než kdyby se vadné výrobky dostaly k zákazníkovi.

Z toho vyplývá, že je velmi důležité kontrolovat výskyty vad a jejich odstranění provést v co nejranějším stádiu výroby.

Jednotlivé druhy lidských chyb, které mohou při výrobě vznikat je možné rozdělit:

- chyby vlivem neznalosti, chyby ze zapomnětlivosti,
- chyby z amatérismu,
- chyby z přehlédnutí, nepozornosti,
- chyby spojené s akumulací drobných nedostatků,
- chyby vlivem ergonomicky nevhodně řešeného pracoviště,
- chyby z nedostatečné standardizace práce,
- chyby vlivem nevhodné konstrukce výrobku,
- chyby záměrné (vynechání montážní operace). [7]

3.2 Praktické využití Paretovy analýzy ve společnosti ELMET, spol. s r.o.

Zdrojová data tvoří přehled neshod ve společnosti za rok 2011.

Klasifikace závad-interně zachycené neshody:

- poškozený povrch výrobku - příčinou může být nevhodná manipulace s výrobkem při výrobě nebo skladování nebo špatně provedená kooperace lakování,
- špatně provedená operace zalití - způsobeno nedodržením pracovního postupu při zalévání nebo nevhodným uložením zalitých výrobků,
- nefunkční zvuková signalizace - nedodržení pracovního postupu nebo vadné součástky,
- omezená funkce zvukové signalizace - nedodržení pracovního postupu nebo vadné součástky,
- ostatní - způsobené lidským faktorem nebo nevhodnou technologií.

Postup při tvorbě vlastní Paretovy analýzy dle vstupních údajů viz tabulka 3 [2] :

PŘEHLED NESHOD ZA ROK 2011														
Název výrobku:	Signalizace couvání				Počet kontrolovaných výrobků celkem:				3355		Zpracoval:	Bc.Lucie Vokounová		
Číslo výkresu/typ:	SC-1				Počet neshod celkem:				120		Datum:	7.1.2011		
Číslo průvodky	Datum	PKV	ŠP	N	ŠZ	N	NP	N	PT	N	O	N		
E 827	16.2.2011	35	2	64,20	0	---	2	185,64	0	---	1	93,02		
E 827	8.3.2011	50	0	---	3	278,46	0	---	0	---	0	---		
E 827	9.3.2011	135	1	32,10	2	185,64	0	---	0	---	2	186,24		
E 901	21.4.2011	100	0	---	0	---	0	---	0	---	1	92,82		
E 901	26.4.2011	135	1	32,10	4	371,28	0	---	0	---	1	93,22		
E 901	27.4.2011	65	0	---	1	92,82	1	93,22	0	---	0	---		
E 1005	5.5.2011	135	0	---	2	185,64	1	92,82	0	---	0	---		
E 1005	6.5.2011	135	2	64,20	1	92,82	0	---	0	---	0	---		
E 1005	9.5.2011	30	0	---	0	---	0	---	0	---	0	---		
E 1044	15.6.2011	100	3	96,30	0	---	0	---	1	93,22	0	---		
E 1044	16.6.2011	100	0	---	0	---	0	---	0	---	0	---		
E 1044	21.6.2011	100	2	64,20	4	371,28	0	---	0	---	0	---		
E 040	23.6.2011	135	0	---	1	92,82	1	92,82	0	---	2	186,03		
E 040	24.6.2011	165	0	---	2	185,64	5	466,1	0	---	0	---		
E 132	28.6.2011	135	2	64,20	3	278,46	0	---	0	---	0	---		
E 132	29.6.2011	135	0	---	1	92,82	0	---	1	92,82	1	93,22		
E 132	11.7.2011	30	0	---	0	---	0	---	0	---	0	---		
E 251	12.8.2011	135	1	32,10	3	278,46	0	---	2	185,64	0	---		
E 251	15.8.2011	135	0	---	1	92,82	0	---	1	93,22	1	93,22		
E 251	16.8.2011	30	0	---	0	---	0	---	0	---	0	---		
E 303	18.8.2011	135	0	---	2	185,64	0	---	0	---	1	93,02		
E 303	19.8.2011	135	6	192,60	2	185,64	0	---	0	---	1	93,02		
E 303	29.8.2011	30	0	---	1	92,82	0	---	0	---	0	---		
E 321	27.9.2011	100	0	---	9	835,38	0	---	0	---	0	---		
E 321	4.10.2011	135	1	32,10	2	185,64	0	---	0	---	1	92,82		
E 321	5.10.2011	65	0	---	0	---	0	---	1	93,22	0	---		
E 322	10.10.2011	100	1	32,10	1	92,82	1	93,22	0	---	1	93,22		
E 322	18.10.2011	135	1	32,10	2	185,64	1	92,82	2	185,64	0	---		
E 322	19.10.2011	65	0	---	2	185,64	0	---	0	---	1	93,22		
E 641	24.11.2011	135	0	---	2	185,64	0	---	2	185,64	0	---		
E 705	22.12.2011	300	0	---	4	371,28	2	186,44	2	186,44	2	185,64		
Celkem:Σ		3355	23	738,30 Kč	55	5 105,10 Kč	14	1 303,08 Kč	12	1 115,84 Kč	16	1 488,71 Kč		
Legenda:	PKV	počet kontrolovaných výrobků												
	N	náklady v Kč												
	ŠP	špatný povrch												
	ŠZ	špatně zalitá												
	NP	nepiská												
	PT	piská tiše												
	O	ostatní												
Náklady celkem: 9 751,03 Kč														

Tab.3 - Vstupní údaje pro provedení Paretovy analýzy

Je nutné:

1. **Seřadit data** sestupně dle hodnot zvoleného ukazatele. V našem případě se jedná o počet neshod (vad) jednotlivých druhů viz tab.5.
2. **Vypočítat relativní kumulovanou četnost neshod** a vyjádřit je v procentech % (viz tab.5). Relativní kumulovaná četnost vyjadřuje součet procent všech hodnot.

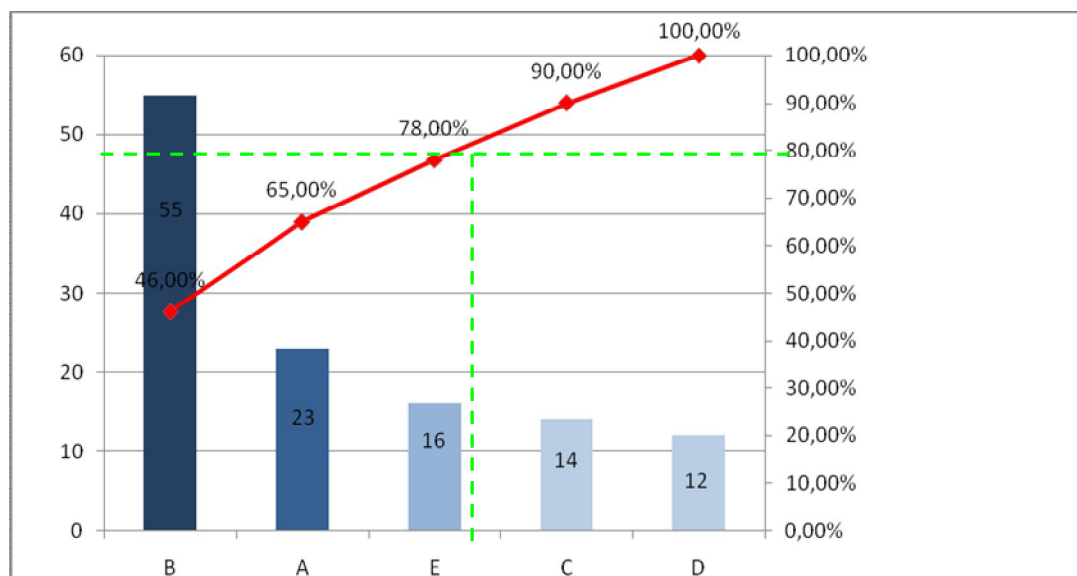
Druh neshody	Označení	Četnost neshody
poškozený povrch	A	23
špatně provedená operace zalití	B	55
nefunkční zvuková signalizace	C	14
omezená funkce zvukové signalizace	D	12
ostatní	E	16
Σ		120

Tab.4 - Souhrnná tabulka pro ukazatele četnosti neshod

Označení	Četnost neshody	Kumulovaná četnost	Relativní kumulovaná četnost (v %)
B	55	55	46
A	23	78	65
E	16	94	78
C	14	108	90
D	12	120	100

Tab.5 - Seříděná data sestupně pro Paretův diagram

3. **Sestrojit Paretův diagram** viz obr.12. Paretův diagram je sestaven pomocí sloupčového diagramu. Osa x je rozdělena na stejné intervaly, jejich počet odpovídá počtu druhů neshod. Osa y levá je označena stupnicí od 0 až do počtu zjištěných neshod a pravá je rozdělena stupnicí relativních kumulovaných součtů 0% - 100%. Sestrojit Lorenzovu křivku, což je spojnice kumulativní četnosti v procentech [%]. Určit bod zlomu.



Obr.12 - Paretův diagram pro ukazatele četnosti jednotlivých druhů neshod

4. K určení životně důležité menšiny se používají dva druhy kritérií:

- a) určitá zvolená hodnota relativního kumulativního součtu (80%),
- b) průměrná hodnota zvoleného řešení na jednoho činitele.

Ad a) V Paretově diagramu byla vyznačena zvolená hodnota relativního kumulativního součtu 80%. Při použití kritéria 80% kumulativního součtu, tvoří životně důležitou menšinu neshody B, A a E. Pokud by se výskyt těchto neshod podařilo snížit nápravnými opatřeními, znamenalo by to i finanční úsporu na výrobu Signalizace couvání. Snížila by se četnost výskytu neshod.

Ad b) Jedná se o průměrný počet neshod na jeden druh neshody. Hranice byla stanovena tak, že se postupně porovnávala hodnota zvoleného ukazatele jednotlivých příčin s průměrnou hodnotou tohoto ukazatele. Příčina, kde je hodnota daného ukazatele menší než průměrná hodnota, nebyla zahrnuta do hlubší analýzy. Na Lorenzově křivce se hledaná hranice projevila tím, že křivka se po jejím překonání se začala více ohýbat. [2]

Prakticky:

Průměrný počet neshod na jeden druh neshody je $120/5 = 24$.

Neshoda A: $23 < 24$,

Neshoda B: $55 > 24$,

Neshoda C: $14 < 24$,

Neshoda D: $12 < 24$,

Neshoda E: $16 < 24$.

3.2.1 Diskuze

Paretova analýza je aplikována ve firmě hned z několika podstatných důvodů. Její výhodou je jednoduchost, účinnost a dá se rychle aplikovat. Velkou výhodou je také snadné vysvětlení pracovníkům, nepotřebují rozsáhlé znalosti dané metody.

V rámci kapacit a možnosti uskutečnění nápravných opatření bylo zvoleno kritérium průměrné hodnoty na jednoho činitele.

Na základě tohoto kritéria bylo rozhodnuto, že bude provedena optimalizace výrobního procesu pro operaci zalévání u výrobku "Signalizace couvání SC-1" a bylo stanoveno nápravné opatření, které by mělo snížit četnost neshod za rok 2012. Nápravné opatření spočívalo ve stanovení přesné hranice zalévání - 1,5 cm pod okraj ocelové trubky a vylepšení přípravku na zakládání již zalitých "Signalizace couvání SC-1". Bylo zavedeno na začátku roku 2012.

Porovnání Paretova diagramu po zavedení nápravného opatření bude možné až po uplynutí roku 2012 a proto není v této diplomové práci uvedeno. Předpokládá se, že budou-li nápravná opatření účinná dojde k poklesu jak příčin, tak i neshod.

Další analýzou pro vyhodnocení sbíraných dat je statistické řízení procesu SPC pomocí regulačního diagramu. Tato metoda byla zvolena z důvodu přehlednosti vyhodnocení, ale její aplikace není tak snadná jako byla Paretova analýza.

3.3 Praktické využití regulačního diagramu p

Při kontrole bylo zjištěno, že u výrobku Hood (3) high, číslo výrobku C24243-A109-C15-3-6 je vyšší procento zmetků než v předchozích měsících. Proto bylo rozhodnuto sledovat zmetkovitost a získaná data vyhodnotit pomocí regulačního diagramu p.

Pro tuto analýzu byly použity hodnoty získané v měsíci lednu, kdy bylo vyráběno 12 dní a byla prováděna 100%-ní kontrola viz tabulka č.6.

Druh neshody	Označení	Výsledky kontroly v ks											
vadný plech	A	1	0	0	2	1	0	2	0	0	0	1	0
chybné bodování	B	0	9	1	0	2	0	1	1	3	2	0	0
chyba pracovníka	C	1	2	2	2	4	0	2	4	1	0	0	1
chybné uložení děrovaného plechu	D	4	13	7	9	11	8	25	19	14	7	10	3
chyba v laku	E	1	4	2	2	6	3	3	4	2	7	1	0
ostatní	F	0	3	2	3	5	4	4	2	3	1	0	1
Σ neshod		7	31	14	18	29	15	37	30	23	17	12	5
Σ kontrolovaných výrobků		50	120	100	90	120	94	160	150	90	90	70	35
% neshodných výrobků		14%	26%	14%	20%	24%	16%	23%	20%	26%	19%	17%	14%
Datum: leden 2012		6.1.	7.1.	8.1.	14.1.	15.1.	16.1.	19.1.	20.1.	21.1.	22.1.	28.1.	29.1.
číslo podskupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tab.6 - Získané hodnoty pro sestavení regulačního diagramu p

Postup pro tvorbu regulačního diagramu v praxi:

1. Výpočet relativní četnosti (viz. vzorec 1). Hodnoty uvedeny v tabulce 4 a vyjádřené v procentech.
2. odhad pravděpodobnosti (viz. vzorec 3)

$$\bar{p} = 0,204;$$

3. výpočet průměrného rozsahu výběrů (viz. vzorec 2)

$$\bar{n} = 97,4;$$

4. stanovit interval pro rozsahy výběrů dle podmínky $n_i \in \langle 0,75\bar{n} ; 1,25\bar{n} \rangle$

$$\langle 73,05; 121,75 \rangle;$$

5. porovnat hodnoty n_i (viz. tab.6) s mezemi v intervalu v předchozím kroku a určit vybočující hodnoty,

Mimo jsou hodnoty podskupin: 1, 7, 8, 11 a 12.

6. Pro vybočující hodnoty ve výběru podskupin číslo 1, 7, 8, 11 a 12 vypočítat individuální meze (viz. vzorce 6 a 7)

$$UCL_{(1)} = 0,375$$

$$LCL_{(1)} = 0,033$$

$$UCL_{(7)} = 0,300$$

$$LCL_{(7)} = 0,108$$

$$UCL_{(8)} = 0,303$$

$$LCL_{(8)} = 0,105$$

$$UCL_{(11)} = 0,348$$

$$LCL_{(11)} = 0,060$$

$$UCL_{(12)} = 0,408$$

$$LCL_{(12)} = 0;$$

7. Pro ostatní výběry vypočítat regulační meze (viz vzorce 4 a 5)

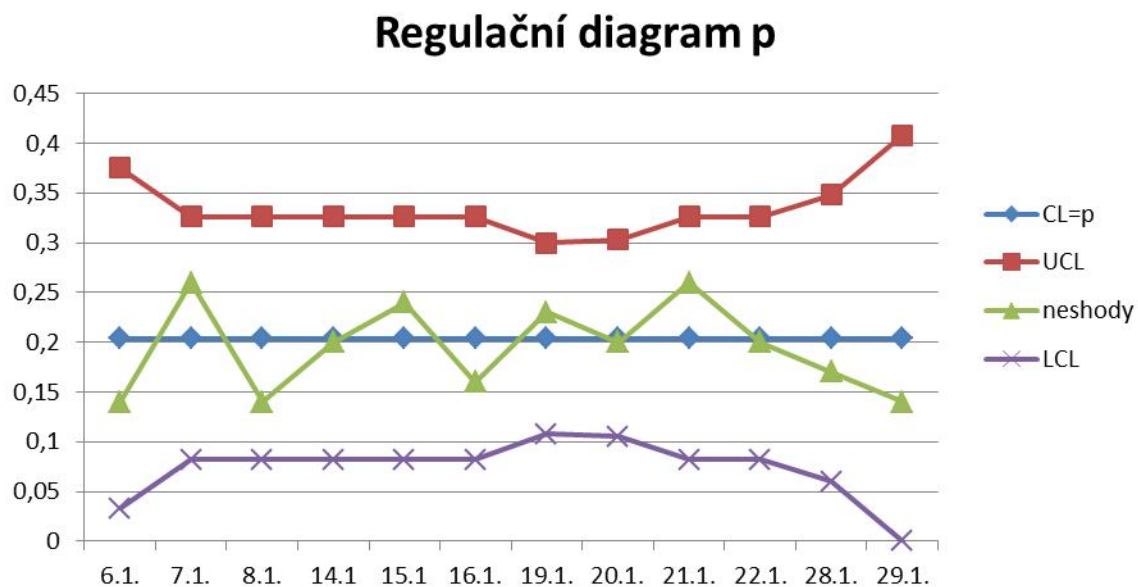
$$UCL_{(p)} = 0,326$$

$$LCL_{(p)} = 0,082 ;$$

8. seřadit potřebné hodnoty (tab.7) a vytvořit regulační diagram p (obr.13):

\bar{p}	0,2	0,2	0,2	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
UCL	0,38	0,33	0,33	0,326	0,326	0,326	0,300	0,303	0,326	0,326	0,348	0,408
$neshody$	0,14	0,26	0,14	0,20	0,24	0,16	0,23	0,20	0,26	0,20	0,17	0,14
LCL	0,03	0,08	0,08	0,082	0,082	0,082	0,108	0,105	0,082	0,082	0,060	0
$Datum$	6.1.	7.1.	8.1.	14.1.	15.1.	16.1.	19.1.	20.1.	21.1.	22.1.	28.1.	29.1.

Tab.7 - Hodnoty pro vytvoření regulačního diagramu p



Obr.13 - Regulační diagram p pro výrobek Hood(3) high

3.3.1 Diskuze

Po provedení analýzy regulačního diagramu bylo zjištěno, že všechny hodnoty relativní četnosti vyjádřené v procentech leží v mezích. Avšak z praktického hlediska je procento neshodných výrobků dost vysoké a bylo by dobré zavést další nápravná opatření, která by snížila výskyt neshodných výrobků. Pro zavedení dalších nápravných opatření bude nutné najít nebo vytvořit nové kapacity.

Z průběhu grafu po sestavení regulačního diagramu bylo zjištěno, že je proces pod kontrolou, následně bylo rozhodnuto, že se zamezí vyskytování nejčastější neshody. Bylo stanoveno nápravné opatření, které spočívalo ve výrobě přípravku pro zakládání děrovaného plechu a tudíž zabránění špatného založení. Tímto nápravným opatřením v praxi byla také aplikována metoda Poka-Yoke. V součinnosti bylo provedeno přeškolení pracovníků, aby bylo zabráněno dalším vznikajícím neshodám. Přeškolení se především týkalo správného nastavení stroje na bodové sváření.

3.4 Praktické využití Poka-Yoke

Před implementací metody Poka-Yoke se děrovaný plech vkládal do otvoru pro něj určený a sám pracovník byl nucen hlídat, jestli je plech vložen správně. Šlo hlavně o jeho rovinné položení do otvoru. Jelikož při větším vyráběném množství si pracovník 100%-ně nehlídá vkládání plechu a působí také další jevy, které pracovníka rozptylují od 100%-ní kontroly, bylo potřeba vyvinout a realizovat nápravné opatření, které by

zabránilo zbytečnému výskytu zmetků jen z důvodu pracovníkovy nepozornosti. Děrovaný plech, který se vkládá bez jakéhokoliv přípravku, se při bodování mohl pohnout a mohlo dojít k těmto vadám:

- a) mezery mezi bednou a děrovaným plechem,
- b) špatné bodování se mohlo "roztrhnout".

Tyto vady nejsou pro zákazníka akceptovatelné a jejich neustálé opravy představují vícenáklady pro firmu.

Tudíž byl konstruktéry navržen přípravek, který zajistí, že se plech vloží do otvoru bedny vždy kolmo k otvoru. Přípravek zabráni samovolnému posunutí v otvoru a po odzkoušení bylo zjištěno, že tímto byly zmíněné vady zcela odstraněny. Již není možné děrovaný plech vložit jinak, než to dovolí zhotovený přípravek.

Z předchozích informací v kapitole 3.1.4. vyplývá, že tato metoda je prevencí proti chybám popřípadě vede k jejich okamžité detekci a nápravě.

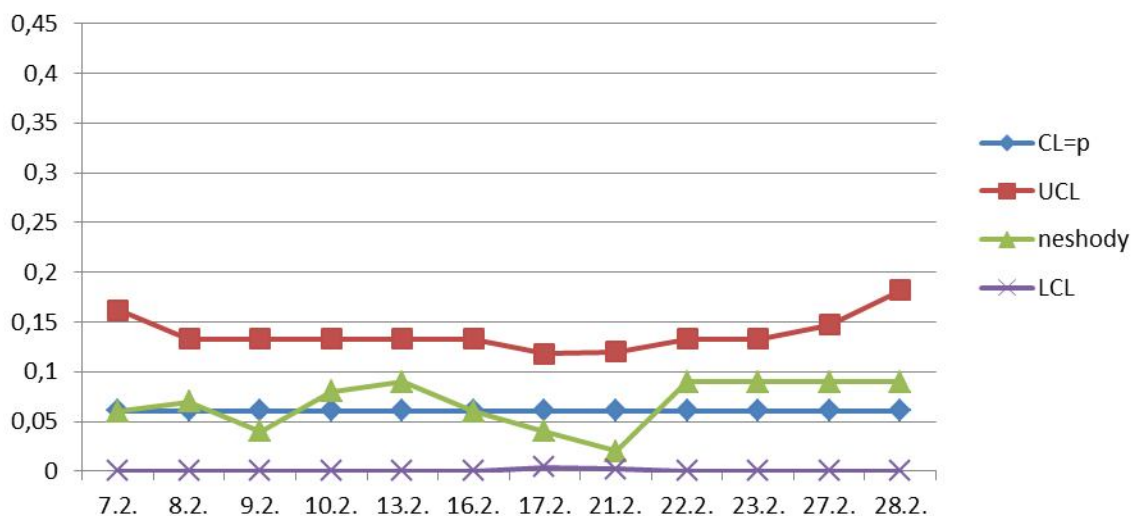
Po aplikaci nápravného opatření a použití metody Poka-Yoke bylo rozhodnuto, že se provede opětovná výroba ve stejných dávkách a bude provedena 100%-ní kontrola a další přezkoumání zmetkovitosti. Provedená opakovaná statistická regulace je znázorněna níže.

Druh neshody	Označení	Výsledky kontroly v ks											
		2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
vadný plech	A	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
chybné bodování	B	0	3	2	0	1	1	0	0	1	1	0	0
chyba pracovníka	C	0	1	1	0	3	1	1	2	0	1	1	0
chybné uložení děrovaného plechu	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
chyba v laku	E	0	2	1	3	4	2	4	1	1	4	0	1
ostatní	F	1	2	0	3	3	2	2	1	5	2	1	2
Σ neshod		3	8	4	7	11	6	7	4	8	8	2	3
Σ kontrolovaných výrobků		50	120	100	90	120	94	160	150	90	90	70	35
% neshodných výrobků		6%	7%	4%	8%	9%	6%	4%	3%	9%	9%	3%	9%
Datum: únor 2012		7.2.	8.2.	9.2.	10.2.	13.2.	16.2.	17.2.	21.2.	22.2.	23.2.	27.2.	28.2.
číslo podskupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tab.8 - Hodnoty po zavedení nápravných opatření

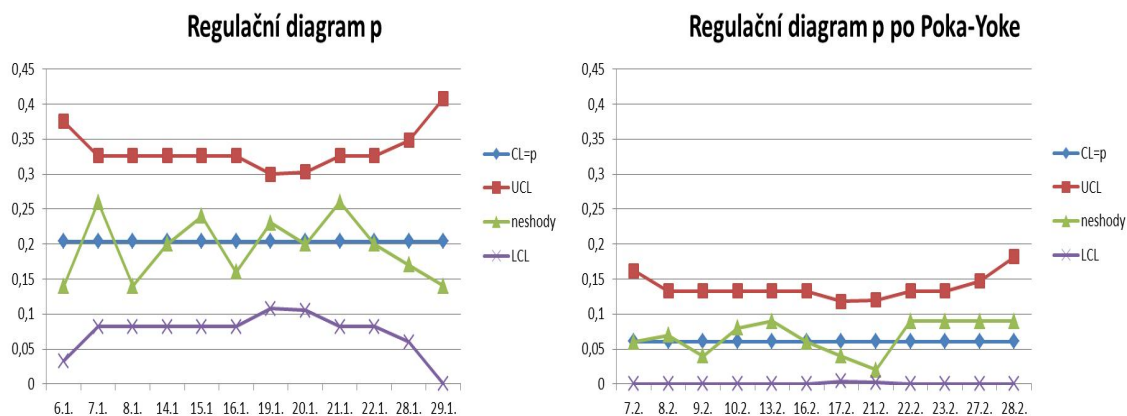
Regulační diagram po zavedení nápravného opatření zhotovení výrobků a po proškolení pracovníků.

Regulační diagram p po Poka-Yoke



Obr.13 - Regulační diagram p pro výrobek Hood(3) high-po zavedení nápravného opatření

Pro srovnání před zavedením a po zavedení nápravných opatření:



Obr.15 – Porovnání regulačních diagramů před a po zavedení nápravných opatření

Při porovnání regulačních diagramů před zavedením a po zavedení nápravného opatření je jasné, že procento neshodných výrobků je o méně než 1/3 původně dosažené hodnoty. Tudiž zavedené nápravné opatření bylo správné a bylo docíleno potřebného požadavku snížit zmetkovitost při výrobě. Díky zavedení metody Poka-Yoke bylo zcela zamezeno špatné zakládání děrovaného plechu a zmetkovitost u této neshody byla odstraněna. Tím se dosáhlo i snížení vícenákladů, které při výrobě vznikaly.

Cílem je, aby celková hladina klesala a rozptyl neshod se po zavedení nápravného opatření oboustranně přibližoval k centrální linii.

4 Možnosti zlepšení kontroly ve společnosti ELMET, spol. s r.o.

Jakost je v dnešní době na předních místech požadavků zákazníků a většina firem ji stále dává větší význam a zvyšuje investice na potřebné kontroly. Kontrolou není myšlena pouze fyzické "přebírání" výrobků, ale také zavádění nových nástrojů, které jsou součástí systémů managementu.

Požadavky zákazníků, nejen zahraničních, ale také v ČR, se stále zvyšují, je nutno zavést nové metodiky, které zlepšují jakost výrobků. Společnost ELMET, spol. s r.o. vyrábí mnoho rozdílných výrobků, jak je již uvedeno v kapitole 2.

Jelikož je výroba velmi rozsáhlá, bylo nutno vybrat jeden reprezentativní výrobek, na kterém budou ukázány nové metody pro optimalizaci kontrolního systému. Byl vybrán výrobek Signalizace couvání SC-1, který je umístěn ve většině autobusů a proto je většině populace blízká. V minulých letech se projevilo zvýšení neshod, a tudíž se zvýšily i náklady spojené s neshodami a reklamacemi. Na tento výrobek Signalizace couvání byl také od zákazníka požadován zvýšený rozsah kontroly a dalšími požadavky bylo zhotovit vývojový diagram, kontrolní plán, metodu FMEA a zavést způsobilost procesu. Proto bylo využito těchto zvýšených požadavků v této diplomové práci, kde byl zaveden plán optimalizace kontrol a dále jsou tyto metodiky zavedeny na další typy výrobků.

Před začátkem zavádění nových nástrojů a metod je nutno ujasnit si, v čem vlastně spočívá neustálé zlepšování, a seznámit se základními nástroji managementu jakosti.

Zlepšování jakosti

Zlepšování jakosti je v současné době nezbytným atributem společnosti, která chce být úspěšná a konkurenceschopná na trhu. Komplexní management jakosti (TQM), který využívá zlepšování jakosti jako jeden ze svých základních principů, je v plném rozsahu uplatňován pomocí souboru norem ISO 9000:2000. Zlepšování jakosti nelze dosáhnout bez vhodných postupů, metod a nástrojů. V dnešní době se největší pozornost dává metodě FMEA, dále analýze systému měření a skupině sedmi nových a sedmi základních nástrojů managementu jakosti. [1]

Hned na začátku budou v následných kapitolách popsány metody a nástroje plánování jakosti využívané v praxi a dále bude vysvětlena metoda FMEA, která bude využita k dosažení cílů této diplomové práce a to k možnosti zlepšení kontrolního systému ve společnosti ELMET, spol. s r.o.

Nejčastější metody a nástroje při plánování jakosti:

- metoda QFD - umožňuje analyzovat vzájemné souvislosti mezi tím co se má udělat a tím, jak se to má udělat,
- metoda FMEA - viz kapitola 4.1.3.,
- Poka-Yoke - metoda zabraňující omylům během celého procesu, které převážně způsobuje lidský faktor – viz kapitola 3.1.4.,
- metoda FTA - analýza stromu poruchových stavů umožňuje optimalizovat analyzovaný systém tak, aby se pravděpodobnost nebezpečné události snížila,
- afinitní diagram - vhodný nástroj pro vytvoření a uspořádání námětů, týkajících se určitého problému,
- maticový diagram - slouží k posouzení vzájemných souvislostí mezi dvěma nebo více oblastmi problému,
- diagram PDPC - pomáhá vypracovat plány opatření, pomocí nichž lze předcházet možným problémům,
- cyklus PDCA - základní model zlepšování jakosti, který se skládá ze čtyř fází:
P-plánuj, D-dělej, C-zkontroluj a A-reaguj,
- Six Sigma - umožňuje prudce zlepšit organizací jejich úroveň a to pomocí plánování a monitorování každodenních podnikatelských aktivit, orientuje se na prevenci neshod, zkrácení doby výroby a úsporu nákladů,
- Kaizen - zlepšování procesu pomocí malých změn, do kterých se zapojí co nejvíce zaměstnanců ze všech úrovní řízení a oddělení,
- metoda 5S - cílem této metody je zlepšit v organizaci pracovní prostředí a kvalitu,
- Ishikawův diagram - jeho použití představuje systémový přístup k řešení problému, který pomáhá zdokumentovat veškeré náměty a myšlenky,
- způsobilost procesu - cílem způsobilosti procesu je schopnost trvale dosahovat předem stanovených kritérií kvality, vyjadřujeme ji číselným ukazatelem, který nazýváme index způsobilosti.

- SPC - statistické řízení procesu, jejím cílem je rozpoznat změny v procesu zavčas.

Tento nástroj je již využíván pro analýzu sbíraných dat viz kapitola 3.1.3.

Existují i další metody a nástroje plánování jakosti, jako např. Taguchiho metody, které se využívají k optimalizaci nákladů vztahujících se k jakosti. [1]

4.1 Aplikované metody a nástroje pro plánování jakosti

Aplikované metody a nástroje pro plánování jakosti nacházejí uplatnění ve fázi, která předchází vlastní výrobě. Tyto metody zpravidla popisují a stanovují požadavky na jakost z pohledu sériové výroby, kdy je tyto výrobky musí trvale splňovat.

4.1.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram zobrazuje posloupnost a vzájemné návaznosti všech kroků existujícího nebo navrhovaného procesu.

Jedná se o jednoduchý nástroj, který pomocí několika grafických symbolů popisuje vývoj procesu/činnosti v časové posloupnosti.

Je to užitečný nástroj pro:

- vysvětlení zainteresovaným stranám,
- nalezení nedostatků v procesu,
- porovnání skutečného a ideálního průběhu procesu,
- vysvětlení vazeb mezi činnostmi procesu pracovníkům,
- zkoumání procesu z hlediska rozmístění kontrolních míst.

Vývojový diagram je vlastně graf s jedním začátkem a jedním koncem.

Rozdělení vývojových diagramů dle normy ČSN 5807 "Zpracování informací" [13]:

1. vývojové diagramy toku dat,
2. vývojové diagramy programu,
3. vývojové diagramy systému,
4. síťové diagramy programu,
5. diagramy zdrojů systému.

Obecné dělení vývojových diagramů[13]:

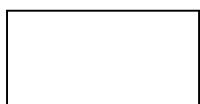
1. lineární vývojový diagram,
2. vývojový diagram vstup / výstup,
3. integrovaný vývojový diagram.

Základní grafické symboly vývojového diagramu: [13]

- počátek a konec - představuje výstup do vnějšího prostředí nebo vstup z něho,

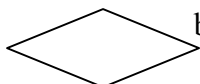


- zpracování, proces - představuje jakýkoliv druh funkce zpracováním např.



provádění definované operace nebo skupiny operací, jejichž výsledkem je změna hodnoty, formy nebo umístění informací,

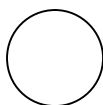
- rozhodování - rozhodovací nebo přepínací funkce s jedním vstupem, kde může být řada alternativních výstupů,



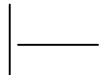
- dokument, záznam - představuje zařízení pro tištěný výstup, jako např. tiskárna, tiskový soubor a jiné, má pouze jeden vstup,



- spojka - přechod z jedné části vývojového diagramu na jinou část, používá se k přerušení spojnice a k jejímu pokračování na jiném místě,



- spojnice - svislá nebo vodorovná čára představující tok dat nebo řízení a slouží ke spojení jednotlivých symbolů.



Postup při tvorbě vývojového diagramu:

1. vymezit si začátek a konec popisovaného procesu,
2. identifikovat jednotlivé činnosti procesu a jejich záznam,
3. zpracovat návrh vývojového diagramu,

4. přezkoumat vývojový diagram,
5. ověřit vývojový diagram dle skutečně probíhajícího procesu,
6. doplnit vývojový diagram o matici odpovědnosti. [15]

Při sestavování vývojového diagramu je důležité klást si tyto otázky:

- Co se stane nejdříve?
- Co se má sledovat?
- Co se děje, rozhodne-li se ANO nebo NE?
- Odkud přichází výrobek?
- Kdo rozhoduje?

Zpracovaný vývojový diagram by měl být doplněn maticí odpovědnosti viz obr.č.16. Za každou činnost by měl být zodpovědný pouze jeden pracovník (Z), který spolupracuje s dalšími pracovníky (S). Pracovníci ve vedoucích pozicích převážně vyžadují informace (I). [18]

		Pracovník - funkční místo			
		Funkce A	Funkce B	Funkce C	Funkce D
Činnost	Činnost 1	I	S	Z	
	Činnost 2		S	I	Z
	Činnost 3	Z		S	
	Činnost 4	I	Z		S

Obr.16 - Struktura matice zodpovědnosti [18]

Praktický příklad bude uveden po seznámení se všemi použitými nástroji pro optimalizaci kontrolního systému.

Po sestavení vývojového diagramu by měl být vytvořen kontrolní plán, ve kterém by se měl vývojový diagram jednoduše objevit v krocích.

4.1.2 Kontrolní plán

Vyhotovení kontrolního plánu je důležitou fází v procesu plánování kvality. Popisuje systém kontroly, jenž má přispět ke snížení variability (proměnlivosti) procesu a tím ke zkvalitnění výrobků.


Představuje celkový popis systému kontroly procesů a jejich částí.

Kontrolní plán je dokument, který popisuje systém kontroly, jenž má zajistit snížení variability produkce. Musí zde být zahrnuty také veškerá kontrolní opatření vyplývající z analýza FMEA.

Proto, aby byl kontrolní plán sestaven v co nejpřesnější formě, musí předcházet uspořádání veškerých operací (procesů) a k tomu slouží vývojový diagram viz. kapitola 4.1.1.

V případě změn výrobního procesu se tato změna musí odrazit i v kontrolním plánu.

Kontrolní plán obsahuje (formulář zhotovený v rámci DP a pro další využití ve firmě):

Číslo postupu :		KONTROLNÍ PLÁN - IVECO										
Číslo dílu:		Zpracoval :		Podpis:		Datum vydání :		Číslo vývojového diagramu:				
Název dílu		Schválil :		Podpis:		Vydání č.:				1		
Díl / Proces ní číslo	Název procesu Popis operace	Zařízení / Náradí	Znaky		Metoda						Provádí, odpovídá	Plán reakce
			Výrobku	Procesu	Specifikace Tolerance	Způsob kontroly měření	Výběr		Záznam Metoda řízení			
								Rozsah	Četnost			
2		4		6		8				10		12
	3		5		7			9			11	

Obr. 17 - Formulář Kontrolní plán

- 1 základní informace o výrobku - vyskytují se zde důležité informace kontrolního plánu, např. číslo postupu, název a číslo dílu, vydání, index změny, osoba, která kontrolní plán zpracovala a schválila, datum vydání,
- 2 číslo kontroly - určuje pořadí kontroly, na které se lze odkazovat,
- 3 název procesu/popis operace - popis procesu nebo operace, které se kontrola týká,
- 4 zařízení/náradí – používané náradí, zařízení nebo přípravky,
- 5 znaky výrobku - popis kontrolované části,
- 6 znaky procesu - popis kontrolovaného procesu,
- 7 specifikace/tolerance - odkaz na dokumentaci, ve které jsou specifikovaná hodnoty, které je zapotřebí dodržovat, nebo přímo určená specifikace,
- 8 způsob kontroly - specifikace způsobu kontroly, kterou je nutné provést,
- 9 výběr rozsah/četnost- určení velikosti vybrané dávky a četnost provedení výběru,

- 10 záznam/metoda řízení - specifikace provedení záznamu dané operace,
- 11 provádí, odpovídá – odpovědný pracovník za provádění operace,
- 12 plán reakce - zajišťuje detailní popis činností, které musí být provedeny, když je proces mimo kontrolu.

Pokud je provedena změna ve výrobním procesu a je zavedeno nové kontrolní opatření, je nutné toto opatření zavést do kontrolního plánu a aktualizovat ho.

Zodpovědný pracovník zapisuje data do příslušného formuláře.

Po vytvoření kontrolního plánu je možné aplikovat metodu FMEA, která je provázána jak s vývojovým diagramem, tak kontrolním plánem.

4.1.3 Metoda FMEA

Metoda FMEA, anglický název Failure Mode and Effects Analysis, která umožňuje a odhaduje možné problémy a jejich následky u výrobků, služeb, procesu nebo projektu. Tato metoda umožňuje zabránit, popřípadě zmírnit rizika, která vznikají při budování systému řízení, vývoji výrobku a jeho konstrukci, přípravě nových technologií, vývoji procesu nebo samostatné přípravě výroby. Následně potom umožňuje navrhovat a vyhodnocovat vhodnost opatření sloužící k eliminaci těchto problémů.

Smyslem této metodiky je specifikace a odhalení všech možných chyb vzhledem k významu, pravděpodobnosti vzniku a odhalení. [1]

Druhy metody FMEA:

Konstrukční - zajišťuje zkoumání návrhu výrobku s cílem již v etapě návrhu odhalit všechny možné nedostatky, které by navrhovaný výrobek mohl mít. Na začátku je nutné provést soupis se základními charakteristikami a funkcemi, které má výrobek splňovat.

Procesní (výrobní) - provádí se především před zahájením výroby nových či inovovaných výrobků nebo při změnách technologického postupu. Úkolem je stanovit všechny možné vady, které se mohou v průběhu dané operace vyskytnout.

Systémová (výrobková) - je založena na stejném principu výše zmíněných druhů FMEA, jen s tím rozdílem, že při analýze současného stavu se uplatňuje důsledněji systémový přístup. Proces či výrobek se chápe jako systém skládající se z prvků různých úrovní a analyzují se jejich funkce. Systémová FMEA se zaměřuje na výrobky a procesy a zkoumá možné vady funkcí celého výrobku a pokračuje k vadám jednotlivých dílů [1],[16].

V této práci bude dále do praxe aplikována FMEA procesní.

FMEA procesní (výrobní)

Postupně se analyzují jednotlivé dílčí operace procesu v pořadí, jak na sebe navazují. Úkolem je stanovit veškeré možné vady, které se při dané operaci mohou vyskytnout. Týká se to jak vad, které ovlivní konečný výrobek, tak i vad, které ovlivní následující operace. FMEA analyzuje působení vad na zákazníka (jak vnějšího, tak vnitřního) nebo obsluhu procesu.

Ke každé vadě je nutné analyzovat příčiny, které by ji mohly vyvolat. Tyto příčiny se hledají v nedostatcích navrhovaného procesu.

U stanovených možných vad a příčin se zjišťuje, jaké kontrolní postupy jsou v procesu využívány k tomu, aby vady nebo jejich příčiny byly odhaleny. [1]

FMEA je složena z několika kroků, které jsou součástí interního pracovního postupu.

PŘÍPRAVA:


1. Stanovit, co se chce analyzovat (popis výrobku, procesu).
2. Stanovit si jasné požadavky na analyzovaný produkt.
3. Svolat tým odborníků – konstruktér, technolog, vedoucí výroby, kontrola a další pracovníci ad.. Optimální počet členů týmu je 5-7 osob.
4. Zkompletovat všechny vstupní údaje.

VLASTNÍ METODA – POSTUP TVORBY FMEA: [15]

1. Provést soupis všech možných problémů, které mohou nastat, do záznamu "Formulář FMEA" (uvedený formulář je využíván ve firmě ELMET, spol. s r.o.).
2. Zapsat ke každému problému následky tohoto problému – co problém to následek.
3. U každého problému ujasnit možné příčiny tohoto problému.
4. Následně pro každý problém, jeho příčinu a následek popsat způsob, jak se zachovat, aby byl takový problém odhalen včas, případně zajistit, aby nenastal.
5. Pokud je vše vypsáno ve formuláři, začít přidělovat faktory hodnocení – výskyt, význam a odhalení dle daných tabulek (tab.9,10,11).
6. Vynásobit dané hodnoty v řádku. Výsledkem je celkové riziko nebo-li míru rizika RPZ.
7. Po výpočtu všech celkových rizik se míry rizika – RPZ vyhodnotí, a určí se na které se zaměří pozornost. Obvyklé stanovení hranice zásahu je 100 a pokud faktor hodnocení přesáhne 7. Každá firma si může tyto hranice nastavit jinak.
8. Doplnit opatření, která podnikneme pro minimalizaci možnosti výskytu chyb, přidat termín realizace a odpovědnou osobu.
9. Provést opatření, která jsme si stanovili v předchozím kroku.
10. Nyní opět ohodnotit jednotlivé problémy, jejich příčiny a následky a zjistit, jak jsou zvolená opatření vhodná. Celkové riziko RPZ po provedení nápravných opatření by se mělo snížit.

K provedení metody FMEA je nutný formulář, do kterého se postupně kroky zapisují. Je to neustále otevřený dokument, který se může v průběhu výroby měnit. S každým nastalým problémem, ať už přímo ve výrobě nebo s reklamací, je nutné doplnit i do formuláře FMEA a problém řešit.

Níže je nevyplněný formulář (obr.18), který v rámci této diplomové práce byl vytvořen pro firmu, i s vysvětlenými jednotlivými položkami formuláře.

ZÁZNAM PROCESU FMEA																		
Typ FMEA: _____																		
Předmět FMEA: _____																		
1																		
Datum vzniku:	Koordinuje:	Plánované ukončení:	Složení řešitelského týmu:						Datum aktualizace:		Revize:							
Vstupní analýza										Proces snižování rizik				Zhodnocení dosaženého zlepšení				
Pozice / Odkaz / Číslo	Popis prověřovaného (procesního / konstrukčního / technologického apod.) kroku (vstupní údaje)	Popis zjištění / Možná chyba (výstup analýzy)	Možná příčina (výstup analýzy)	Možný důsledek (výstup analýzy)	Kontrolní, preventivní opatření	Výskyt	Význam	Odhadnutí	Celkové riziko RPZ	Preventivní opatření (jako způsob eliminace problému)	Za řešení zodpovídá	Termín splnění (plán)	Plnění	Výskyt	Význam	Odhadnutí	Zbývající riziko RPZ	Zhodnocení účinnosti opatření (vliv na eliminaci problému)
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				

Obr.18 - Formulář FMEA

Obsah formuláře:

- Hlavička formuláře - obsahuje veškeré potřebné informace, týkající se provedené FMEA - typ FMEA, předmět FMEA, datum vzniku, koordinátor, plánované ukončení, řešitelský tým, datum aktualizace, revize.
- Pozice/odkaz/číslo - označení jednotlivých kroků (operací).
- Popis prověřovaného kroku - jednoduchý popis jednotlivých kroků (operací).
- Popis zjištění/možná chyba - možné chyby výrobku (prvku), které by se mohly vyskytnout.
- Možná příčina - veškeré možné příčiny, které by danou chybu mohly vyvolat. Jde o popis nekonformity v dané operaci.
- Možný důsledek - všechny možné důsledky, ke kterým mohou chyby vést. Popis důsledku je takový, jak by je mohl vnímat vnitřní zákazník i finální uživatel. Důsledky pro finálního uživatele musí být popsány jako projevy výkonu výrobku nebo systému, jako např. nefunguje, špatný vzhled, nesprávná funkce, hluk, atd.
- kontrolní, preventivní opatření - opatření, která zamezují výskytu vad v danou chvíli,
- výskyt - faktor hodnocení P dle tabulky 9,
význam - faktor hodnocení V dle tabulky 10,

- odhalení - faktor hodnocení O dle tabulky 11,
- 9 celkové riziko RPZ - riziko potencionálních chyb, které představuje součin bodových hodnocení jednotlivých kritérií $P \times V \times O$
 - 10 preventivní opatření - opatření, která by měla vést ke snížení celkového rizika RPZ,
 - 11 za řešení odpovídá - odpovědná osoba nebo skupina, která zodpovídá za provedení preventivního opatření,
 - 12 termín splnění - termín, dokdy má být opatření provedeno,
 - 13 plnění - vyjadřuje stav opatření a plnění se udává v procentech,
 - 14 výskyt - faktor hodnocení P dle tabulky 9,
význam - faktor hodnocení V dle tabulky 10,
odhalení - faktor hodnocení O dle tabulky 11,
 - 15 zbývající riziko RPZ - riziko provedení chyb po provedení preventivních opatření,
 - 16 zhodnocení účinnosti opatření - popis provedení opatření a datum účinnosti. [15]

Stanovení celkového rizika RPZ

Celkové riziko se stanoví pomocí hodnot (faktory hodnocení), které jsou přiřazované jednotlivým operacím. Riziko se hodnotí dle tří hledisek a to výskytu P, významu V a odhalení O. Hodnoty těchto tří hledisek vynásobíme a získáme tím celkové riziko RPZ.

Celkové riziko: $P \times V \times O$

Hodnoty přiřazují odborníci, které se účastní tvorby FMEA. Stupnice hodnot je v rozmezí 1 -10.

Hodnota celkového rizika by měla sloužit k seřazení vad procesu dle jejich rizik (např. pomocí Paretovy analýzy). RPZ může nabývat hodnot od 1 až do 1000. Pro určené hodnoty celkového rizika RPZ musí řešitelský tým přijmout taková opatření, která sníží celkové riziko.

Doporučuje se, pokud celkové riziko překročí hodnotu 100 nebo jeden z faktorů je ohodnocen 7, přijmout nápravné opatření, které sníží tuto hodnotu. Každá firma si

hranici celkového rizika stanovuje dle uvážení. Např. v automobilovém průmyslu jsou určené hranice velmi přísné. Pohybují se kolem hodnoty 80-90. [1]

Pro pochopení výpočtu celkového rizika RPZ je nutné vysvětlit jednotlivá hlediska.

Výskyt P

Hodnocení udává pravděpodobnost výskytu chyby jako následek určité příčiny a je důležité ohodnotit každou příčinu chyby. Vyjadřuje se prostřednictvím míry chyby, která udává kolik chyb se vyskytuje v systému nebo jejich částí. Hodnota výskytu má spíše relativní význam a nemusí vyjadřovat skutečnou pravděpodobnost výskytu. Jako vodítko pro odhad výskytu je možné použít tabulku 9. (tabulka používaná ve společnosti ELMET, spol. s r.o)[15],[16].

Pravděpodobnost výskytu chyby		Početnost chyb	Faktor hodnocení „P“
Zanedbatelná	Je nepravděpodobné, že se chyba vyskytne. Např. není možná špatná montáž, protože součástky jsou symetrické.	0	1
Velmi malá	Koncepce je přehledná a zodpovídá předcházejícím návrhům, u kterých jsou známá poměrně nízká chybová čísla. Chyba např. může souviset s pracovními podmínkami.	$< 1 / 1\,000\,000$	2 - 3
Malá	Koncepce zodpovídá předcházejícím návrhům, u kterých se vyskytovaly chyby náhodně, ale ne ve větší míře.	$< 1 / 2\,000$	4 - 6
Střední	Koncepce zodpovídá předcházejícím návrhům, které v minulosti způsobovaly neustále problémy. Návrhy bez výpočtu, neznáme požadavky.	$< 1 / 100$	7 - 8
Vysoká	Je pravděpodobné, že se chyba vyskytne ve velké míře. Je možná špatná montáž.	$< 1 / 2$	9 - 10

Tab.9 - Faktory hodnocení výskytu

Význam V

Hodnotí následek chyby pro konečného zákazníka. Všechny příčiny chyb, které mají stejné následky pro zákazníka musí obdržet stejné hodnocení.

Význam možné chyby se určuje podle závažnosti následku chyby na zákazníka.

Hodnotu významu vady je možné snížit změnou návrhu systému, oponenty nebo změnou procesu. [15][16]

Význam vad by se měl určovat pomocí tabulky 10. (tabulka používaná ve společnosti ELMET, spol. s r.o).

Význam následků možné chyby pro zákazníka		Faktor hodnocení „V“
Bez následků	Je nepravděpodobné, že by chyba mohla mít nějaký účinek na zákazníka nebo systém.	1
bezvýznamný	Následek chyby vyvolá u zákazníka jen malou nespokojenost. Minimální omezení systému.	2 - 3
Středně velká chyba	Následek chyby vyvolá u zákazníka nespokojenost, necítil by se dobře.	4 - 6
Velká chyba	Nespokojenost zákazníka je velká a je způsobená chybně fungujícím dílem, mohly by se vyskytnout závažné poruchy.	7 - 8
Obzvlášť velká chyba	Následek chyby je velmi závažný, je ohrožená bezpečnost a zákonné předpisy.	9 - 10

Tab.10 - Faktory hodnocení významu

Odhalení O

Hodnotí, že definovaná chyba se pravděpodobně odhalí, ale musí být respektováno opatření.

Pravděpodobnost odhalení možné chyby slouží k odhadu schopnosti plánovaného programu najít možná slabá místa konstrukce, než se uskuteční uvolnění k výrobě a montáži. Ke snížení hodnot odhalení by mělo přispět plánované řízení procesu. Doporučené hodnoty odhalení jsou v tabulce 11. (tabulka používaná ve společnosti ELMET, spol. s r.o). [15][16]

Pravděpodobnost odhalení chyby pomocí metod zabezpečení procesu		Faktor hodnocení „O“
Vysoká	Funkční chyby, které budou odhalitelné.	1
Střední	Očividný příznak chyby, pravděpodobnost odhalení > 99,7% (např. zkouška, experiment).	2 – 5
Mírná	Ne lehce identifikovatelný příznak chyby, jako nekontrolovatelná funkce při ovládání.	6 – 8
Velmi malá	Těžko identifikovatelný příznak chyby, např. nečistota.	9
Nepravděpodobná	Výskyt chyby nebude kontrolovaný nebo se nedá kontrolovat. Skryté chyby, které se při výrobě a montáži nevyskytnou.	10

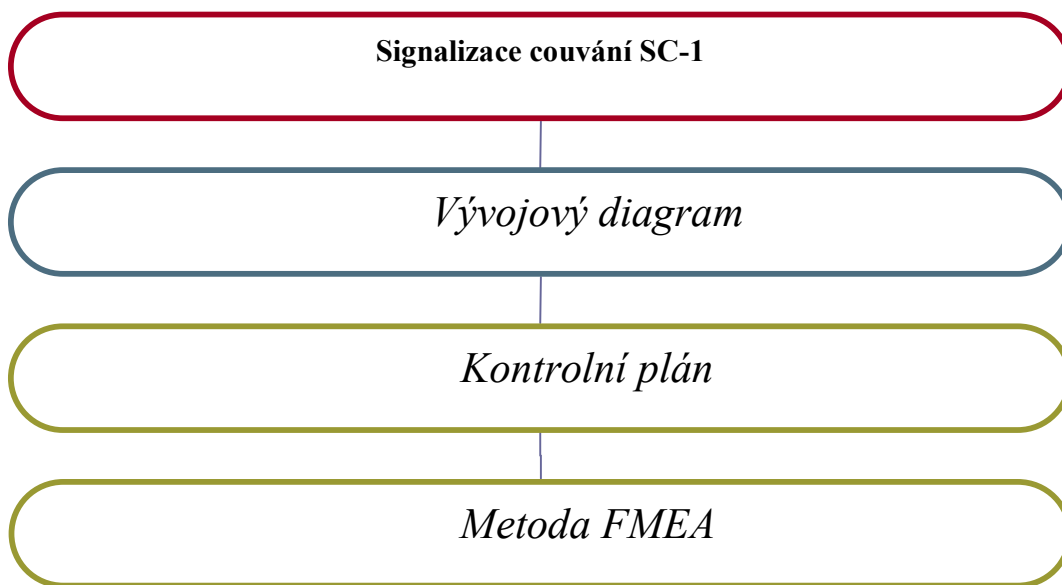
Tab.11 - Faktory hodnocení odhalení

Po seznámení s teoretickými znalostmi a používanými nástroji k optimalizaci kontrolního systému následuje praktická část a zavedení do praxe.

4.2 Vývojový diagram, kontrolní plán, FMEA a způsobilost procesu – praktická část

Příkladem pro optimalizaci kontrolního systému a s ním související metody byla vybrána Signalizace couvání SC-1. Tento výrobek je vyráběn již od počátku vzniku společnosti ELMET, spol. s r.o. a v dnešní době jsou na něj požadovány vyšší nároky a to hlavně v odvětví kvality a s ní spojené metody na zlepšování.

Následující obrázek ukazuje jednotlivé kroky zavedení určených metod a nástrojů, které jsou využity.



Obr.19 - Postup zavedení určených metod a nástrojů

Prvním požadavkem od zákazníka na zkoumaný výrobek bylo zhotovení vývojového diagramu, který popíše posloupnost všech kroků (popsáno v kapitole č.4.1.1).

Do vývojového diagramu byly zaznamenány veškeré kroky při výrobě Signalizace couvání. Od přijetí objednávky až po expedici ke konečnému zákazníkovi. Jsou zde zaznamenány veškeré kontroly prováděné při výrobě a z důvodu vyšších požadavků zákazníka na kontrolu byly některé kontrolní postupy doplněny. Zhotovený vývojový diagram je v příloze 2.

Ve vývojovém diagramu jsou odkazy na veškeré použité formuláře (ukázka některých formulářů v příloze 1) potřebné ke kontrolám, na pracovní postupy, které jsou při výrobě tohoto výrobku používány.


Formuláře jsou v příloze 1. Pracovní postupy jsou interní dokumenty, které není možné publikovat.

Po zhotovení vývojového diagramu je dalším krokem zhotovit kontrolní plán, ve kterém budou zaneseny veškeré prováděné kontroly, jak samotného výrobku, tak i s ním procesů spojených. Kontrolní plán a jeho jednotlivé součásti jsou již specifikovány v kapitole 4.1.2. Kompletní kontrolní plán je v příloze 3.

Ve zhotoveném kontrolním plánu jsou stanoveny kontroly, které mají být prováděny. U každé kontroly je uvedeno, kdo kontrolu bude provádět, dle jakých specifikací, rozsah kontroly, stanoven je zde i záznam, který se po provedené kontrole má provádět a kdo kontrolu provádí.

Posledním krokem je vytvoření FMEA, pomocí formuláře FMEA (popsáno v kapitole 4.1.3). Formulář byl vyplňován řádek po řádku, k němu byl použit vytvořený vývojový diagram a kontrolní plán. V tomto formuláři jsou ve sloupci "Za řešení odpovídá" smyšlená jména.

FMEA obsahuje 56 řádků, které byly níže seříděny dle hodnoty RPZ od nejvyššího po nejnižší. Požadavek zákazníka byl stanovit nápravná opatření pro řádky, kde hodnota RPZ přesahuje hodnotu 90. Byla stanovena 4 nápravná opatření. Na obr.20 je zobrazena část protokolu FMEA, kde jsou rizika přesahující hodnotu 90.

ZÁZNAM PROCESU FMEA																		
Typ FMEA:		Procesní																
Předmět FMEA:		Signalizace cování SC-1																
Zákazník:		Iveco - požadavek na RPZ nebyl stanoven. Je použit interní limit ELMET, spol. s r.o. RPZ ≥ 85 pro nápravná opatření																
Datum vzniku:		Koordingje:		Plánované ukončení:		Složení řešitelského týmu:		Bc. Lucie Vokounová - manažer kvality Jiří Gryč - manažer kovovýroby				Václav Černík - konstruktér				Datum aktualizace:	Revize:	
14.11.2011		Bc. Lucie Vokounová		30.4.2012		tým		Jiří Kořínek - vedoucí elektrovýroby								30.4.2012	C	
Vstupní analýza									Proces snižování rizik				Zhodnocení dosaženého zlepšení					
Pozice / Odkaz / Číslo	Popis prováděného (procesního / konstrukčního / technologického apod.) kroku (vstupní údaje)	Popis zjištění / Možná chyba (výstup analýzy)	Možná příčina (výstup analýzy)	Možný důsledek (výstup analýzy)	Kontrolní preventivní opatření	Výskyt	Význam	Odhalení	Celkové riziko RPZ	Preventivní opatření (jako způsob eliminace problému)	Za řešení odpovídá	Termín splnění (plán)	Plnění	Výskyt	Význam	Odhalení	Zbývající riziko RPZ	Zhodnocení účinnosti opatření (viz na eliminaci problému)
13 Zkoušení + kontrola																		
	Funkční test po aklimatizaci	neprovede se	nedodržení pracovního postupu	není zaručena správná funkce	pracovní postup PPK/004 - zahrát SC na pokojovou teplotu - funkční zkouška	4	8	6	192	změna v pracovním postupu-naklepání samolepek po zkoušce funkčnosti	Vosáhlo	10.3.2012	100%	2	8	4	64	zpracován nový pracovní postup č.004/PPE - změna postupu naklepání samolepek
8 Výroba polotovaru - trubka ocelová																		
	Výroba polotovaru-trubka ocelová-sváření	nevzhledné sváry	umístění svárů jako koutové mezi trubkou a plechem	nevzhlednost finálního výrobku	výstupní kontrola před povrchovou úpravou	7	5	3	105	návrh přípravku na přesné sváření	Novák	30.4.2012	100%	4	5	3	60	zhotoven nový přípravek na přesné sváření
4 Přijem materiálu (KOVO+ELEKTRO)																		
		použití neshodného materiálu	zaměna uvolněného a neuvolněného materiálu	použití neuvolněného materiálu ve výrobě	informační systém (IS)	4	6	4	96	úprava informačního systému	firma V.	30.4.2012	100%	2	6	3	36	označování sáržemi a načítání automatickými čtečkami
12/D Lepení samolepek																		
		bubliny při naklepání	nedefinováno v pracovním postupu	vzhledová vada	PPK/004 - vzhledová kontrola	5	6	3	90	definovat v pracovním postupu	Novák	30.4.2012	100%	3	6	3	54	definováno v pracovním postupu PPE/004.9

Obr.20 – Část metody FMEA

První řádek obsahuje nejvyšší možné riziko s hodnotou 192 - funkční test po klimatické zkoušce, která nemusí být provedena. Kritickým znakem byl význam, který byl ohodnocen 8 a proto bylo nutné jej řešit. Nesmí se stát, aby nebylo provedeno měření a aby se neprozkoušený a třeba vadný kus dostal až k zákazníkovi. Jako nápravné opatření bylo zvoleno nalepení samolepky až po provedení měření a tím i označení proměřených výrobků. Zavedením tohoto nápravného opatření bylo sníženo riziko na hodnotu 64.

Další možná chyba má hodnotu RPZ 105 – nevzhledné sváry. Bylo zjištěno, že tato vada se vyskytovala velmi často a proto byl výskyt ohodnocen 7. Bylo stanoveno nápravné opatření pro sváření. Zhotoven nový přípravek na přesné sváření. Riziko bylo sníženo na hodnotu 60.

U dalších dvou možných chyb, které by měly být řešeny, bylo stanoveno nápravné opatření a tím se i snížilo celkové riziko RPZ.

Provedené dílčí kroky, které byly odeslány zákazníkovi ke schválení. Po menších úpravách, které jsou již v této diplomové práci zaznamenány, byly jak vývojový diagram, kontrolní plán, tak i FMEA schváleny a požadavky zákazníka na optimalizaci výrobku byly splněny.

5 Závěr

Kontrolní systém výrobků v e společnosti ELMET spol. s r.o. je podmnožinou celého systému řízení jakosti – QMS ve firmě.

Optimalizace kterékoliv podmnožiny rozsáhlejšího systému řízení jakosti musí respektovat souvislosti a podmínky platící v takovémto systému.

Při naplňování zadání diplomové práce jsem si vytyčila dva základní směry, kterých jsem se držela:

- 1) Aplikaci metod používaných v oblasti managementu kvality a vyhodnocení výstupů z této aplikace ve firemní praxi jsem měla od počátku až do konce ve své režii. Vzhledem k tomu, že šlo o metody ve firmě dříve nepoužívané vytvořila jsem si k tomuto účelu vlastní metodiku i formuláře, a to vše s cílem maximální využitelnosti získaných poznatků v budoucích procesech firmy.
- 2) Druhým, ještě významnějším výsledkem byl reálný dopad aplikace výstupů těchto metod, jejich přeměna a realizace nápravných opatření včetně ekonomického zhodnocení jejich přínosu.

Za klíčové u analytických metod považuji to, jak se pracuje s jejich výstupy, jaké je jejich praktické vyhodnocení a jaká jsou konkrétní opatření k případné nápravě chyb či odchylek a to včetně zodpovědností lidského faktoru, nebo správného termínu realizací nápravných opatření. To nejdůležitější je pak jejich dopad na zlepšení nebo stabilizaci jakostních parametrů.

Všechny tyto optimalizační činnosti mají smysl pouze tehdy, pokud postihnou hlavní a slabá místa procesů při vzniku produktů a při širším pohledu, pokud pokryjí celé období životnosti produktů. Samozřejmě se to týká i procesů, které jsou nutné a potřebné při k jejich vzniku a trvání.

V diplomové práci jsem proto pro zjednodušení uvedla některá zhodnocení výstupů metod kontroly jakosti, pokud to časový rámec sledování umožňoval.

Z tabulek jsou zřejmé úspory po realizaci optimalizace kontrolních procesů. Zde je ještě nutné upozornit, že u obou příkladů byla prováděna optimalizace neshod jen pro část výrobního procesu a některé kroky výrobního procesu byly z optimalizace vynechány – především pro nízkou úroveň počtu chyb na těchto procesech.

Příklad 1 – Signalizace couvání SC-1			
<i>Neshodné produkty</i>	<i>Počet</i>		<i>Náklady na neshody [Kč]</i>
	<i>celkem</i>	<i>optimalizované</i>	
<i>Před optimalizací</i>	120	55	9 751
<i>Po optimalizaci</i>	120	6 průběžný stav*	2 700
Úspora [Kč]			7 051
Úspora [%]			72,3%
<i>Neoptimalizované před</i>	65	-	-
<i>Neoptimalizované po</i>	27	-	-
Sekundární úspora [%]			58 %

Tab.12 – Vyhodnocení neshod a úspor u příkladu č.1

* půlroční hodnocení

Příklad 2 – Hood (3) high			
<i>Neshodné produkty</i>	<i>Počet</i>		<i>Náklady na neshody [Kč]</i>
	<i>celkem</i>	<i>optimalizované</i>	
<i>Před optimalizací</i>	238	130	4 810
<i>Po optimalizaci</i>	238	0	0
Úspora [Kč]			4 810
Úspora [%]			100 %
<i>Neoptimalizované před</i>	108	-	-
<i>Neoptimalizované po</i>	71	-	-
Sekundární úspora [%]			31,6 %

Tab.13 – Vyhodnocení neshod a úspor u příkladu č.2

Jak již bylo zmíněné, optimalizace procesů byla zaměřena jen na určitou část neshod. Během optimalizačních činností se ukázalo, že i jen pouhá přítomnost těchto optimalizačních činností má kladný vliv na kvalitu souvisejících procesů. Z toho je zřetelně vidět, jak je důležitý podíl působení pracovníků QMS na lidský faktor.

Jsem si vědoma toho, že výběr metod byl částečně subjektivní a že existují a vznikají, kromě zde uvedených, stále nové metody kontroly kvality, nebo přístupy jak tyto metody aplikovat v komplexně řešených metodikách. Rozsah práce neumožňoval se tímto hlouběji zabývat. Rozhodující jsou trendy procesů, ekonomické přínosy po aplikaci zvolených metod a způsob, jakým data, která jsou výsledkem optimalizace, interpretujeme a přeměníme v opatření atd.. Každý zásah do procesů ve firmě má nějakou odezvu. Naše snažení musí být takové, aby odezva byla správným směrem a dostatečně účinná. Potom lze teprve hovořit o optimalizaci. Vždy však jde o nekončící procesy a jejich variabilita je v relativní korelaci a variabilitou nových produktů a nových technologií, nápadů a řešení.

Při aplikaci výše uvedených metod, vzhledem k jejich mnohdy značné kapacitní náročnosti, jsme často sledovali váhu jednotlivých jakostních parametrů v procesu vzniku a užívání výrobků, dále pak přání zákazníka (u kooperačních výroby), ekonomické potřeby firmy a další vlivy na jakost.

Za velmi důležité pro optimalizaci systému QMS ve firmě považuji i průběžnou osvětu a školení pracovníků a profesní zastoupení zástupců/řešitelů v týmech pro jednotlivé metody např. FMEA, atd.. Nelze řešit všechny problémy najednou, ale je dobré jim předcházet např. tím, že správnou interpretací, vyhodnocením, přenesením závěrů a výsledků již aplikovaných metod do praxe lze minimalizovat opakování chyb. To je nakonec i hlavním smyslem přijímání souvisejících opatření. QMS musí nejen umět pracovat se stávajícími pracovníky, ale pamatovat i na to, že opakování předchozích chyb je nutno zabránit i při příchodu nových pracovníků do běžících procesů. Zde má významnou roli nastavení toků informací v podniku, důslednost v plnění opatření a zodpovědnost „klíčových“ pracovníků.

Zpravidla není jednoduché přesvědčit pracovníky firmy o tom, že řízení jakosti jim nemá přidělovat práci, ale naopak ji šetřit. Optimalizovaný QMS proto nesmí být byrokratickým úřadem uvnitř firmy, ale partnerem každého pracovníka, který zajišťuje výrobu kvalitních výrobků, které jsou konkurence schopné. V této oblasti si lze plně uvědomit dopady plnění jakostních parametrů do ekonomiky firmy.

Na lehkou váhu nelze brát ani okamžitou atmosféru ve firmě a ve společnosti a vždy je vhodné ji v rámci možností kultivovat. S optimalizací systému QMS zpravidla dochází ke změnám jednotlivých procesů a v některých případech bývají již jen tyto změny vnímány negativně.

Pokud pro tuto optimalizaci nepomůže školení, osvěta a opatření, je možné použít i restriktce, v krajním případě i rozvázání pracovního poměru s pracovníkem.

Dnešní doba se širokými možnostmi využití informačních technologií, umožňuje v případě správné interpretace procesu optimalizaci velmi pomoci.

Na závěr lze říci, že při aplikaci QMS v praxi je málokteré řešení konečné a procesy trvale optimalizované. Procesy jsou běžící, měnící se a stále se vyvíjejí. Vždy je dobré, pokud systémy řízení jakosti působí nejen správným směrem a umí se s problémy vypořádávat, ale i když vytváří prostor pro inovativní přístupy pracovníků.

Zkušenosti, které jsem na této osobní realizaci získala, jsou nedocenitelné, protože kromě vyčíslitelných přínosů bylo možné sledovat již výše uvedené sekundární efekty, jakými byl například vliv pouhého vědomí, že se odehrává nějaký metodologický přístup ke kvalitě. Výsledkem bylo viditelné zlepšení kvalitativních parametrů produktů i procesů viz. tab.12 a 13 oddíl sekundární úspory.

Použitá literatura

- [1] PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Komputer Press, 2001. ISBN: 80-7226-543-1
- [2] NOSKIEVIČOVA, D.: *Statistické metody v řízení jakosti*. 1.vyd. Ostrava, 1996. ISBN: 80-7078-318-4
- [3] KUPKA, K.: *Statistické řízení jakosti*. TriloByte Statistical Software. Pardubice. 1997. ISBN 80-238-1818-X.
- [4] NENADÁL J. a kol.: *Moderní systémy řízení jakosti*. 2.vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-071-6
- [5] Regulační diagram a Paretova analýza. [cit. 13-04-2012] Dostupné na internetu < <http://www.rss.tul.cz/download/rjs/02-RJSPrednaska2J08n09.ppt#307,25,Snímek 25>>
- [6] TOŠENOVSKÝ, J., NOSKIEVIČOVÁ, D.: *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. Montanex a.s., 2000. ISBN 80-7225-040-X
- [7] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., STANĚK, M. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1997. 270 s.
- [8] Hodnocení způsobilosti procesů. [cit. 11-09-2012] Dostupné na internetu < <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/>>
- [9] STIBŮRKOVÁ, E., ČIPERA, B.: *Kontrola kvality, Česká společnost pro jakost*. Rok vydání 2010
- [10] Meze regulačních diagramů [cit. 13-09-2012] Dostupné na internetu < http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16255>
- [11] KROPÁČ, J.: *Statistika C. Skripta Fakulty podnikatelské VUT v Brně*. Brno, 2008. ISBN 978-80-214-3591-9
- [12] Paretův diagram [cit. 14-09-2012] Dostupné na internetu < <http://www.rss.tul.cz/download/rjs/02-RJSPrednaska2J08n09.ppt> >
- [13] Norma ČSN ISO 5807. Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému. Rok vydání 1995
- [14] Norma ČSN EN ISO 9001. Systémy managementu kvality – Požadavky. Praha: ČNI, 2009.
- [15] Interní dokumenty
- [16] ČSN EN 60812. Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Rok vydání 2007

- [17] Způsobilost procesu [cit. 05-09-2012] Dostupné na internetu
< http://www.cskb.cz/res/file/doporuceni/VKK_pub_08.pdf>
- [18] Vývojový diagram [cit. 05-09-2012] Dostupné na internetu
<<http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace%2003%20-%20VD.pps>>
- [19] Obrázek Poka-Yoke [cit. 01-10-2012] Dostupné na internetu
< <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>>
- [20] MSA - *Analýza systémů měření*. Česká společnost pro jakost. 4. vydání, 2011.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ad.	a další
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
aj.	a jiné
CL	Central Line
č.	číslo
DP	diplomová práce
DPS	deska plošných spojů
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
GmbH.	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ISO	International Organization for Standardization
k	počet podskupin
kap.	kapitola
LCL	Lower Control Limit
MTZ	materiálově-technické zabezpečení
n_j	rozsah j-té podskupiny
\bar{n}	průměrný rozsah výběrů
např.	například
obr.	obrázek
OTK	oddělení technické kontroly
p_j	podíl neshodných jednotek v podskupině
\bar{p}	průměrný podíl neshodných jednotek v podskupině
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDPC	Process Decision Program Chart
PPK	pracovní postup pro kontrolu
QFD	Quality Function Deployment
QMS	Quality Management Systém
RD	regulační diagram
RPZ	celková míra rizika
SPC	Statistic Process Control
spol. s r.o.	společnost s ručením omezeným

tab.	tabulka
T	optimální hodnota
tj.	to jsou, to je
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvané
TQM	Total Quality Management
UCL	Upper Control Limit
viz.	lze vidět
x_j	počet neshodných jednotek v j-té skupině

SEZNAM OBRÁZKŮ

obr.1	Ilustrativní příklad křivky spolehlivosti
obr.2	Organizační schéma OTK
obr.3	Vstupní obrazovka QMS
obr.4	Procesy v organizaci
obr.5	Obrazovka produktu
obr.6	Proces výrobku Hemoron
obr.7	Příklad Paretova diagramu
obr.8	Meze regulačních diagramů
obr.9	Struktura regulačního diagramu
obr.10	Schéma postupu při výběru regulačního diagramu
obr.11	Příklad zavedení metody Poka-Yoke
obr.12	Paretův diagram pro ukazatele četnosti jednotlivých druhů neshod
obr.13	Regulační diagram p pro výrobu Hood (3) high
obr.14	Regulační diagram p pro výrobu Hood (3) high-po zavedení nápravného opatření
obr.15	Porovnání regulačních diagramů před a po zavedení nápravného opatření
obr.16	Struktura matice zodpovědnosti
obr.17	Formulář Kontrolní plán
obr.18	Formulář FMEA
obr.19	Postup zavedení určených metod a nástrojů
obr.20	Část metody FMEA

SEZNAM TABULEK

tab.1	Specifikace výrobku Signalizace couvání SC-1
tab.2	Specifikace výrobku Hood (3) high
tab.3	Vstupní údaje pro provedení Paretovy analýzy
tab.4	Souhrnná tabulka pro ukazatele četnosti neshod
tab.5	Setříděná data sestupně pro Paretův diagram
tab.6	Získané hodnoty pro sestavení regulačního diagramu p
tab.7	Hodnoty pro vytvoření regulačního diagramu p
tab.8	Hodnoty po zavedení nápravného opatření
tab.9	Faktory hodnocení výskytu
tab.10	Faktory hodnocení významu
tab.11	Faktory hodnocení odhalení
tab.12	Vyhodnocení neshod a úspor u příklad č.1
tab.13	Vyhodnocení neshod a úspor u příkladu č.2

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Formuláře

Příloha 2: Vývojový diagram

Příloha 3: Kontrolní plán

Příloha 4: FMEA